

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2007

Erkki Rantanen (toim.)

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2007

Erkki Rantanen (toim.)

Tämän raportin laadintaan ovat osallistuneet

Timo Ansaranta

Ritva Bly

Arvi Hakanen

Ritva Havukainen

Kari Jokela

Ilkka Jokelainen

Eero Kettunen

Jarno Koikkalainen

Helinä Korpela

Markku Koskelainen

Antti Kosunen

Maaret Lehtinen

Mika Markkanen

Eero Oksanen

Eija Venelampi

Reijo Visuri

ISBN 978-952-478-360-6 (nid.) Edita Prima Oy, Helsinki 2008

ISBN 978-952-478-361-3 (pdf)

ISSN 0781-1713

RANTANEN Erkki (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2007. STUK-B 90. Helsinki 2008. 36 s. + liitteet 13 s.

Avainsanat: säteilyn käyttö, säteilytoiminta, turvallisuuslupa, luvasta vapautettu toiminta, säteilyn käytön tarkastukset, säteilylähteet, radioaktiiviset aineet, radioaktiiviset jätteet, työntekijöiden säteilyannokset, luonnonsäteily, ionisoimaton säteily, mittanormaalit, säännöstötyö, tutkimus, kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö, viestintä, palvelut, poikkeavat tapahtumat

Tiivistelmä

Vuoden 2007 lopussa säteilyn käyttöä varten oli voimassa 1 757 turvallisuuslupaa. Luvasta vapautettua, mutta ilmoitusvelvollisuuden alaista hammasröntgentoimintaa harjoitti 1 850 toiminnan harjoittajaa. Säteilyn käyttöä valvottiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, hammasröntgentoimipaikkoihin postitse lähetetyillä testipaketeilla ja annosrekisterin ylläpidolla. Lisäksi julkaistiin säteilyturvallisuusohjeita ja tehtiin valvontaa tukevaa tutkimusta.

Vuonna 2007 STUK teki 458 turvallisuuslupan alaisen toiminnan tarkastusta ja 20 ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastusta. Korjausmääräyksiä ja -suosituksia annettiin 223 kappaletta.

Annostarkkailussa oli vuonna 2007 yhteensä hieman alle 11 500 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään rekisteriin reilut 140 000 kappaletta.

Luonnonsäteilyn valvonnassa keskityttiin työpaikkojen radonin valvontaan ja avaruussäteilystä lentohenkilöstölle aiheutuvan altistuksen valvontaan. Vuoden 2007 aikana radonvalvonnassa oli 97 työpaikkaa ja niissä yhteensä 138 työpistettä. Avaruussäteilystä aiheutuvan säteilyaltistuksen seurannassa oli yhteensä 3 706 lentäjää ja matkustamohenkilöstön jäsentä.

Mittanormaalityöinnässä jatkettiin kalibrointi- ja kehitystyötä edellisten vuosien tapaan.

Vuonna 2007 ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta kohdistui erityisesti matkapuhelimiin, solariumeihin ja lasereihin. Matkapuhelimien markkinavalvonnassa testattiin 15 matkapuhelinta. Solariumien käyttöpaikkoja tarkastettiin 31 kpl.

Vuonna 2007 sattui 24 säteilyn käyttöön liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Tapahtumista 15 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa, tutkimuksessa tai kuljetuksissa ja 9 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa. Tapahtumista mikään ei johtanut vakaviin seurauksiin.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
JOHTAJIEN ESIPUHE	6
1 YLEISTÄ	9
1.1 Tärkeimmät tunnusluvut	9
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	11
2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa	11
2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa	14
2.3 Turvallisuusluvan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset	14
2.4 Ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastukset	15
2.5 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti	15
2.6 Työntekijöiden säteilyannokset	15
2.7 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyyksien toteaminen	16
2.8 Radioaktiiviset jätteet	16
2.9 Poikkeavat tapahtumat	16
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	21
3.1 Radon työpaikoilla	21
3.2 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily	21
3.3 Avaruussäteily	21
4 IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	22
4.1 Yleistä	22
4.2 Optinen säteily	22
4.3 Sähkömagneettiset kentät	23
4.4 Poikkeavat tapahtumat	23
5 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	24
5.1 ST-ohjeet	24
5.2 Muu säännöstötyö	24
6 TUTKIMUS	25
6.1 Ionisoiva säteily	25
6.2 Ionisoimaton säteily	26
7 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	28
8 KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	30
9 VIESTINTÄ	32
10 MITTANORMAALITOIMINTA	34
10.1 Ionisoiva säteily	34
10.2 Ionisoimaton säteily	34

11	PALVELUT	36
11.1	Ionisoiva säteily	36
11.2	Ionisoimaton säteily	36
LIITE 1	TAULUKOT	37
LIITE 2	JULKAISUT VUONNA 2007	46
LIITE 3	ST-OHJEET	49

Johtajien esipuhe

Eero Kettunen
Johtaja
Säteilyn käytön turvallisuus -osasto (STO)

Kari Jokela
Laboratorionjohtaja
Ionisoimattoman säteilyn laboratorio (NIR)

Säteilyturvakeskuksen (STUK) Säteilyn käytön turvallisuus -osasto (STO) toimii ionisoivan säteilyn valvontaviranomaisena, tekee säteilyn lääketieteelliseen käyttöön liittyvää tutkimusta ja ylläpitää ionisoivan säteilyn mittanormaaleja. Valvontaan kuuluvat turvallisuuslupa-, hyväksyntä- ja rekisteröintimenettelyt, säteilyn käyttöpaikoille tehtävät tarkastukset ja työntekijöiden säteilyannosvalvonta. Tutkimuskohteita ovat erityisesti runsaasti säteilyaltistusta aiheuttavat menetelmät kuten tietokonetomografiatutkimukset ja toimenpideradiologia. Mittanormaalityövarmistetaan säteilymittausten tarkkuus ja jäljitettävyys kansainvälisiin mittanormaaleihin. Mittanormaalityövarmistamiseen liittyy myös Suomessa käytettävien säteilymittareiden kalibroinnit, joilla varmistetaan että Suomessa tehtävät säteilymittaukset ovat luotettavia.

Säteilytyöntekijöiden annokset pysyivät asetettujen annosrajojen alapuolella. Annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden lukumäärä on 600 henkilöä pienempi kuin edellisvuonna. Rekistereissä olleiden henkilöiden vuoden 2007 lukumäärä on vähentynyt pääasiassa ydinvoimalaitosten huoltojen kausivaihtelun vuoksi. STUK kerää tiedot myös lentohenkilöstön säteilyaltistuksesta. Lentohenkilöstön määrän kasvu on johtanut siihen, että lentohenkilöstön yhteenlaskettu annos on suurempi kuin varsinaista säteilytyötä tekevien yhteenlaskettu annos. Myös auringon aktiivisuuden vaihtelu ja Aasian liikenteen kasvu ovat kasvattaneet lentohenkilöstön annoksia viime vuosina.

STUK uudisti korkea-aktiivisten umpilähteiden osalta ohjeistusta. Tämä oli osana korkea-aktiivisia umpilähteitä koskevan Euroopan unionin neuvoston direktiivin kansallista voimaansaattamista aiemmin tehtyjen säteilylain ja -asetuksen muutosten pohjalta. Muita ohjeita uusittiin omaksutun käytännön mukaisesti. Tavoite on, että ohjeiden uudistustarve tarkistetaan vähintään viiden vuoden välein eikä yli 10 vuotta vanhempia ohjeita ole.

Säteilyn käytön organisaatiot ovat olleet viime vuosien aikana suurten muutosten alla. Toiminnoille on haettu parempaa tehokkuutta. Teollisuudessa on toimintoja eriytetty omiksi erillisiksi yhtiöiksi. Myös säteilyn käyttöön liittyviä toimintoja on pyritty eriyttämään. Terveysturvallisuuden toimintakentässä on sekä yksityisellä että julkisella sektorilla muodostettu suuria toiminnallisia yksiköitä. STUKiin päin tämä on näkynyt lupien, luvan haltijoiden ja vastuuhenkilöiden muutoksina. Lupien muutosten sujuva läpivienti on vaikeutunut, koska muutoksiin tarvittavien tietojen täsmennyksiä on tarvittu runsaasti. Muutoksissa vastuusuhteet ovat saattaneet myös hämärtä ja joissakin tapauksissa ne ovat olleet ilmeisenä syynä vaaratilanteisiin. STUK lähetti turvallisuuslupien myöntämisperusteita ja vastaavien johtajien hyväksymisen periaatteita koskevan kirjelmän toiminnan harjoittajille ja vastaaville johtajille keväällä 2007. Lisäksi järjestettiin asiaa koskeva seminaari syyskuussa. Seminaarissa oltiin yhtä mieltä siitä, että kirjelmässä esitettyt täsmennykset ovat paikallaan.

STUK on järjestänyt eri säteilyn käytön toimialoilla toimivien asiantuntijoiden kanssa vuosittain useita neuvottelu- ja koulutuspäiviä. Vuonna 2007 kutsuttiin koolle säteilylähteiden kauppaa harjoittavat toiminnan harjoittajat. Kokous todettiin hyödylliseksi ja sille odotetaan jatkuvuutta muutaman vuoden välein. Yhteistyötä säteilyn käytön ammattilaisten kanssa jatkettiin myös kutsumalla asiantuntijoita valmistelevaan muun muassa röntgendiagnostiikan laadunvalvontaopasta ja lasten röntgentutkimuksiin liittyvää ohjeistusta.

Säteilyn käytössä tuli ilmoituksia poikkeavista tapahtumista aiempia vuosia runsaammin. Koulutuksessa ja ohjeistuksessa on korostettu tällaisten tapahtumien ennakoitua niiden estämiseksi ja ohjeistusta vahinkojen vähentämiseksi. Oman haasteensa on tuonut myös kierrätysmetallien kaupan laajentuminen globaaliksi, minkä vuoksi maahan saattaa tulla käytöstä poistettuja säteilylähteitä lähettäjään valvonnan petettyä.

Terveydenhuollon säteilyn käytössä Suomessa on klinisen auditoinnin ensimmäinen kierros saatu vietyä läpi pari vuotta sitten. STM:n asettama klinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä on antanut suosituksia seuraavaa auditointikierrosta varten. Suomen hyvä edistyminen tässä asiassa edesauttoi Euroopan komission rahoittaman klinisen auditoinnin kehittämisprojektin saamisen STUKin organisoitavaksi. Puolitoista vuotta kestävä projekti on määrä saada valmiiksi vuoden 2008 aikana.

Vuotta 2005 koskevien röntgentutkimustietojen pohjalta määritettiin tutkimuksista aiheutuva säteilyaltistus. Röntgentutkimuksissa annoksen arvioitiin olevan 0,45 mSv kansalaista kohti. Kansalaisten säteilyaltistus näistä tutkimuksista on pysynyt hallinnassa. Tietokonetomografiatutkimusten osuus altistuksesta on noin 50 %. Isotooppitutkimusten määrä on Suomessa edelleen vähentynyt. Vuonna 2006 isotooppitutkimusten lukumäärä oli noin 10 % pienempi ja isotoppihoitojen lukumäärä noin 15 % pienempi kuin vuonna 2003. Isotooppitutkimuksista aiheutunut keskimääräinen efektiivinen annos kansalaista kohti oli 0,03 mSv

Kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan (ICRP) suositusten uudistustyö valmistui vuoden 2007 lopulla. ICRP:n uudistuksen rinnalla on Euroopan yhteisöjen komissio pannut liikkeelle säteilyturvallisuutta koskevien direktiivien uudistustyön. Tavoitteena on karsia säteilysuojeludirektiivien määrää yhdistämällä niitä yhdeksi direktiiviksi. Tämän direktiivin valmistelutyössä ovat myös STUKin asiantuntijat olleet mukana ja samalla on seurattu uudistettavan direktiivin heijastusvaikutuksia Suomen säädöstyön. Direktiivien uudistaminen ja niiden kansallinen toimeenpano kestää useita vuosia.

Teollisuudessa ja tutkimuksessa käytettävien röntgenlaitteiden määrä on selvästi lisääntynyt usean vuoden aikana. Tuote- ja turvatarkastus- sekä analyysilaitteiden lisäksi röntgensäteilylle on löydetty myös uusia sovelluksia. Yhtenä erikoisuutena voi mainita röntgensäteilyn takaisinsirontaan perustuvan henkilötarkastuslaitteen, joka on koekäytössä Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Kun laitteen käytölle haettiin lupaa, oli yksi tärkeimmistä arviointikohteista se, onko toiminta säteilysuojeluperiaatteiden mukaisesti oikeutettua. STUK hankki asiasta Säteilyturvaneuvottelukunnan lausunnon, ja sen sekä muiden tietojen perusteella lupa myönnettiin 18 kuukauden koeajaksi.

Ionisoimattoman säteilyn laboratorio (NIR-laboratorio) toimii ionisoimattoman säteilyn valvontaviranomaisena sekä Lääkelaitosta ja työsuojeluviranomaisia avustavana asiantuntijana. Ionisoimattoman säteilyn valvontakohteina ovat olleet erityisesti solariumit, laserit ja matkapuhelimet. Keskeisiä tutkimuskohteita ovat viime vuosina olleet radio- ja pientaajuisten kenttien dosimetria, pulssimaiset magneettikentät sekä UV-säteilyn mittausten menetelmien kehittäminen ja mittauksien tarkkuuden parantaminen. Sähkömagneettisten kenttien ja optisen säteilyn turvallisuutta koskevaan viestintään on viime vuosina panostettu huomattavasti.

Solariumeja tarkastettiin 31 käyttöpaikassa. Vakavin puute löytyi laitteesta, jonka säteily ylitti nelinkertaisesti STM:n asetuksessa (294/2002) säädetyn enimmäisarvon. Kolmesta solariumlaitteesta tehtiin Euroopan yhteisöjen komissiolle ns. RAPEX -ilmoitus vaarallisesta kuluttajatuotteesta. STUK on myös osallistunut aktiivisesti solariumien turvallisuusvaatimuksia koskevaan pohjoismaiseen ja eurooppalaiseen yhteistyöhön. Pohjoismaiset säteilyturvaviranomaiset esittivät yhteisessä kannanotossaan CENELECille, että solariumien säteilyn voimakkuutta ja käytöstä aiheutuvaa UV-annosta tulee pienentää.

Lasertekniikassa tapahtuneen kehityksen ansiosta kuluttajien saataville on ilmaantunut halpoja paristokäyttöisiä diodilasereita, jotka voivat vaurioittaa silmää (luokka 3 B). Näitä voidaan käyttää mm. valoshow-esityksiin. Esimerkiksi eräässä yleisötapahetkessä käytettiin luvatta 30 mW:n tehoista laseria graffitien piirtämiseen. Järjestäjälle lähetettiin selvityspyyntö ja huomautus, että esityksissä on noudatettava STUKin vaatimuksia (ohje ST 9.4). Kuluttajaviraston ja työsuojeluviranomaisten kanssa on käyty neuvotteluja kuluttajalaserien valvonnasta. On todennäköistä, että STUK joutuu toimimaan viranomaisena sellaisten laitteiden osalta, jotka eivät kuulu Kuluttajaviraston (lelut) ja työsuojeluviranomaisten (työkalut) toimialaan. Matkapuhelimeen sijoitettava laserprojektor on esimerkki uudesta markkinavalvonnan kohteesta.

Sähkömagneettisten kenttien valvonnassa matkapuhelimien markkinavalvonta on keskeisellä sijalla. Vuoden 2007 kuluessa testattiin 15 eri matkapuhelinmallia, joista osa oli UMTS-puhelimia. Suurin mitattu SAR-arvo oli 1,15 W/kg eikä siten ylittänyt enimmäisarvoa 2 W/kg.

Sähkömagneettisia kenttiä koskevan työsuojeludirektiivin voimaan saattaminen Suomessa lisää tarvetta arvioida työntekijöiden altistumista kentille sekä tarjota koulutuspalveluja työsuojeluhenkilöstölle. Direktiivin kansallista toimeenpanoa tullaan kuitenkin Euroopan yhteisöjen komission ehdotuksen mukaan todennäköisesti siirtämään vuodesta 2008 vuoteen 2012. Syynä tähän on magneettikuvauslaitteiden valmistajien ja käyttäjien esittämä huoli siitä, että direktiivi vaikeuttaa laitteiden käyttöä erityisesti toimenpideradiologiassa. Jatkoajalla direktiiviin tehdään muutoksia sen mukaisesti, mitä ionisoimatonta säteilyä koskevia suosituksia laativa kansainvälinen järjestö ICNIRP suosittelee. ICNIRP on parhaillaan laatimassa uusia ohjearvoja pientaajuisille sähkömagneettisille kentille. NIR-yksikön edustaja osallistuu tähän työhön ICNIRPin asiantuntijana.

Sähkömagneettisten kenttien tutkimusten aiheina olivat erityisesti tukiasemien säteilyn absorboituminen lähellä olevan työntekijän kehoon sekä matkapuhelintaajuisen RF-säteilyn absorboituminen porsaan aivoihin ja ihmisen käteen. Porsaskokeessa selvitettiin matkapuhelinsäteilyn vaikutuksia aivosähkökäyrään ja ihmiskokeessa proteiinimuutoksia iholla. Ympäristön RF-säteilyä koskevaa kirjallisuustutkimusta valmisteltiin. Muita tutkimuksen kohteita olivat mm. RF-dosimetria matkapuhelimien säteilylle altistetuissa rotissa.

1 Yleistä

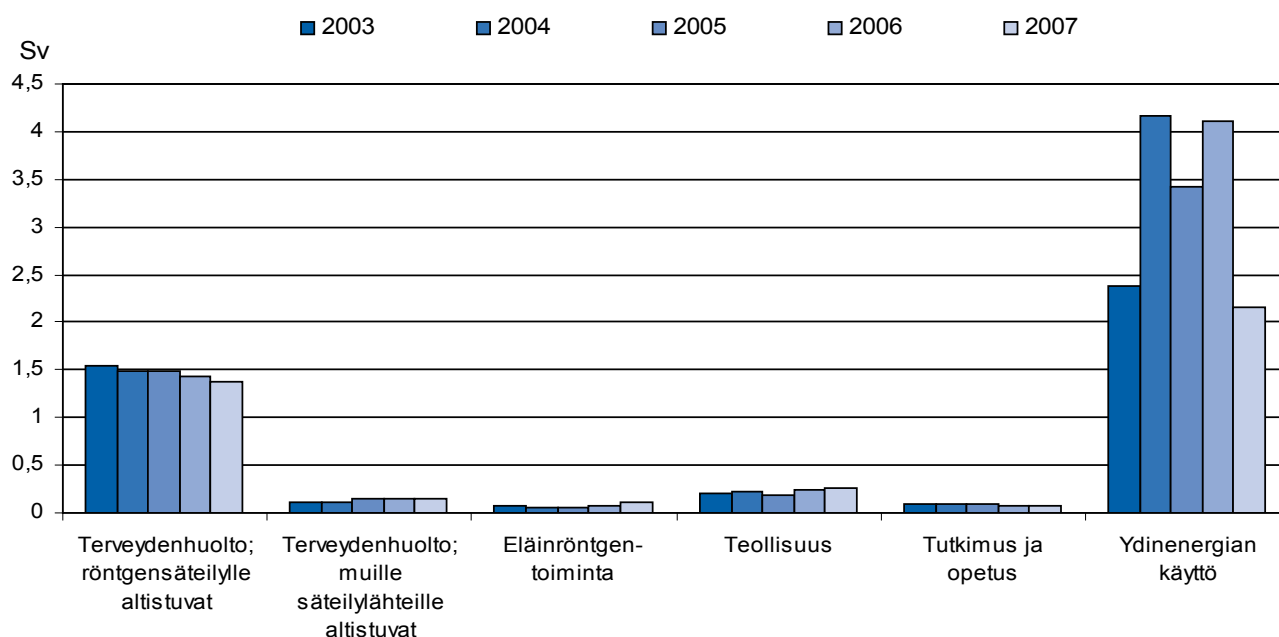
Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden käyttöä, valmistusta ja kauppaa sekä näihin liittyviä toimintoja, kuten hallussapitoa, säilyttämistä, huoltoa, korjausta, asennusta, maahantuontia, maastavientiä, varastointia, kuljetusta ja radioaktiivisen jätteen vaarattomaksi tekemistä. Säteilytoiminnalla tarkoitetaan säteilyn käyttöä ja lisäksi sellaista toimintaa tai olosuhdetta, jossa luonnonsäteilystä ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

Säteilyllä tarkoitetaan sekä ionisoivaa että ionisoimatonta säteilyä.

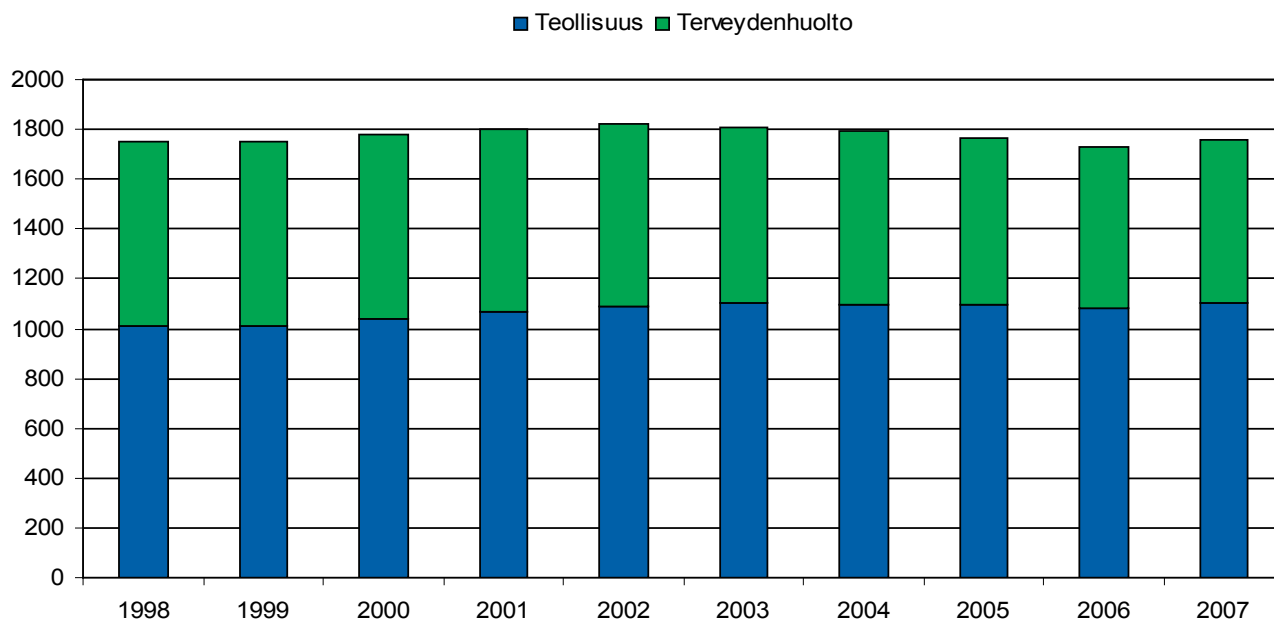
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaavat Suomessa STUKin Säteilyn käytön turvallisuus -osasto (STO) ja Ionisoimattoman säteilyn laboratorio (NIR-laboratorio).

1.1 Tärkeimmät tunnusluvut

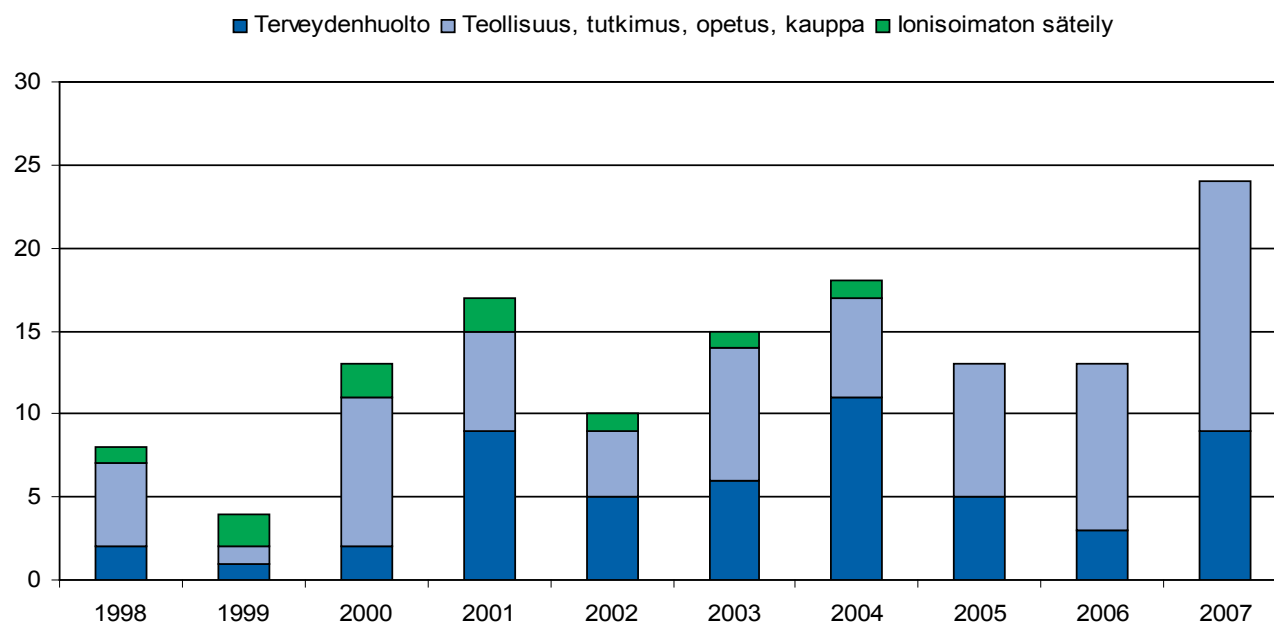
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan tärkeimmät tunnusluvut esitetään oheisissa kuvissa 1–3.



Kuva 1. Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) toimialoittain vuosina 2003–2007.



Kuva 2. Turvallisuustapahtumien lukumäärät vuosina 1998–2007.



Kuva 3. Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 1998–2007.

2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa

Turvallisuusluvut

Vuoden 2007 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 654 kappaletta (ks. myös kuva 2). Liitteen 1 taulukossa I on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät. Turvallisuuslupien kokonaismäärässä ei ole tapahtunut merkittävää muutosta edellisestä vuodesta.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Liitteen 1 taulukossa II on yksityiskohtaisempia tietoja turvallisuusluparekisterissä vuoden 2007 lopussa olleista terveydenhuollon säteilyn käytön ja eläinröntgentoiminnan säteilylaitteista ja -lähteistä sekä radionuklidilaboratorioista. Säteilylaitteista lineaarikiihdyttimien lukumäärä on edelleen kasvussa. Vuoden 2007 lopussa kiihdyttimien määrä oli 35, kun se vuoden 2006 lopussa oli 31.

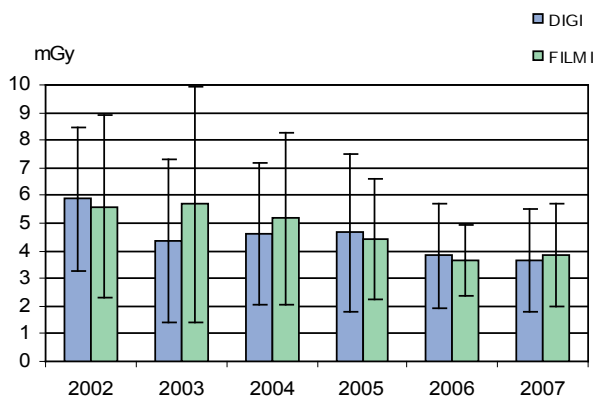
Säteilyaltistus TT-tutkimuksissa ja toimenpideradiologiassa

Röntgentutkimuksista ja -hoidoista aiheutuva säteilyaltistus voi olla suuri tietokonetomografiatutkimuksissa (TT) ja toimenpideradiologiassa. Tammikuussa järjestetyillä Helsingin Lääkäripäivillä ja maaliskuun Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa -päivillä STUK toi ilmi uusimpien TT-laitteiden käytön aiheuttaman huomattavan säteilyaltistuksen kasvun Suomessa. Eri sairaaloiden välillä on moninkertaisia eroja. Säteilyaltistuksen kohtuullistamiseen voidaan vaikuttaa karsimalla turhia, päällekkäisiä tutkimuksia ja tarkentamalla läheteitä. Myös tutkimustekniikoita voidaan arvioida uudelleen.

Toimenpideradiologisista tutkimuksista ja hoidoista voi aiheutua niin suuri säteilyaltistus, että siitä aiheutuu ihovaurio. Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) arvion mukaan näin tapahtuu jatkuvasti kaikkialla maailmassa, vaikka vain muutamia satunnaisia tapauksia on raportoitu. Ihotautilääkärit eivät tunnista säteilyn aiheuttamia ihomuutoksia helposti, eivätkä säteilylle altistavia toimenpiteitä suorittavat lääkärit normaalisti kohtaa potilaitaan toimenpiteen jälkeen päivien tai viikkojen kuluttua, jolloin vaurio tulisi ilmi. IAEA aloitti tammikuussa valmistelut kansainvälisen raportointi- ja seurantamenetelyn luomiseksi alan asiantuntijoiden kesken. Pilottivaiheen on suunniteltu käynnistyvän vuonna 2008. STUK on mukana asiantuntijana, koska STUKin raportointia poikkeavista tapahtumista sekä hyviä suhteita säteilyn käyttäjiin terveydenhuollon alalla pidetään esimerkillisenä.

Uudet vertailutasot aikuisten röntgentutkimuksille

STUK antoi uudet potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot tavanomaisille aikuisten röntgentutkimuksille päätöksellään 44/310/07 (24.10.2007). Vertailutasot on esitetty sekä pinta-annoksina (ESD) että annoksen ja pinta-alan tulona (DAP). Tällä päätöksellä kumottiin STUKin päätöksellään 26/310/07 (27.3.2007) antamat vertailutasot. Vertailutasolla tarkoitetaan etukäteen määriteltyä röntgentutkimuksen säteilyannostasoa, jonka ei oleteta ylittyvän normaalikokoiselle potilaalle hyvän käytännön mukaan tehtävässä tutkimuksessa. Vertailutasoista yksikään ei noussut, mutta uuden laitetekniikan ja parantuneiden tutkimustekniikoiden vuoksi muutamia vertailutasoja mädallettiin.



Kuva 4. Lannerankamittausten (AP) ESD-keskiarvot kuvareseptorityypeittäin vuosina 2002–2007.

Tarkastusten yhteydessä tehtyjen mittausten perusteella todettiin terveydenhuollon röntgentoiminnassa 11 tarkastuskohteessa vertailutasojen ylityksiä. Näihin liittyen annettiin korjaussuosituksia. Kuvassa 4 on esitetty lannerankamittausten (AP) tulokset vuosilta 2002–2007 (vertailutaso 6 mGy vuoden 2008 alusta lähtien).

Mammografia

Mammografiaan perustuvaa rintasyövän seulontaa tehdään yhä enemmän digitaalisella kuvausmenetelmällä. STUK on vaatinut digitaaliseen menetelmään siirtyneiltä kuvauspaikoilta annettujen kriteerien mukaisia kliinisiä kuvia asiantuntijaradion arvioitavaksi. Ensimmäinen arviointikierros toteutettiin, ja neljästä digitaaliseen mammografiaan perehtyneestä radiologista koostuneen radion arvioinnin perusteella kaikkien kuvien laatu oli vähintään riittävä.

Arviointi tehtiin mammografiaan soveltuvilta kuvamonitoreilta ja asianmukaisissa katseluolosuhteissa. Arvioijille ei kerrottu kuvauspaikkaa eikä kuvissa ollut henkilöiden tunnistetietoja. Arviointia jatketaan puolivuositain. Mammografiaseulonta laajenee 1.1.2007 voimaan tulleen valtioneuvoston asetuksen (1339/2006) mu-

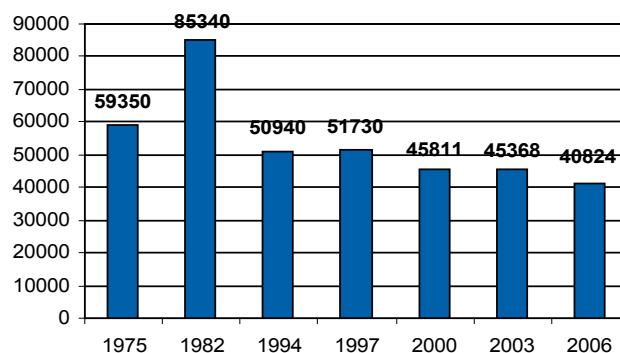
kaan asteittain aiemmin seulotuista 50–59-vuotiaista 50–69-vuotiaisiin.

Selvitys radioaktiivisten lääkevalmisteiden käytöstä isotooppitutkimuksissa ja -hoidoissa

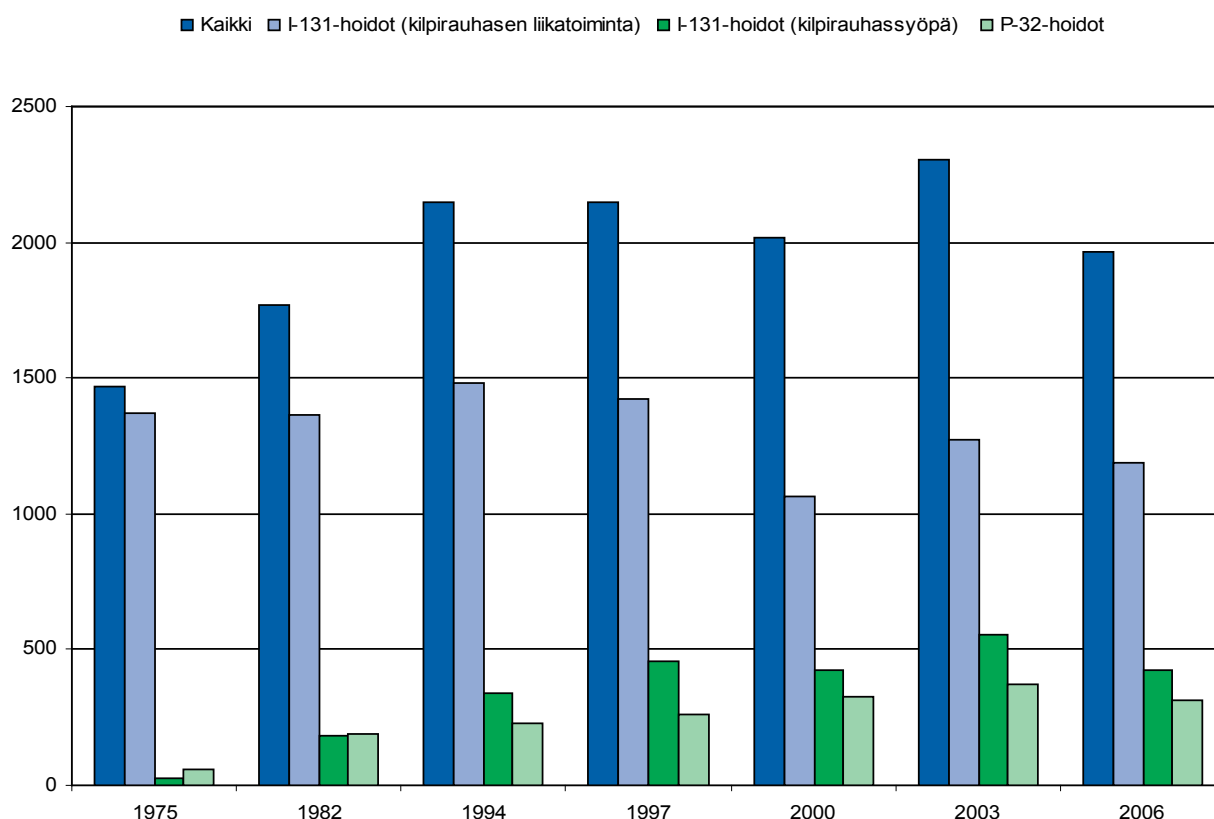
Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) säteilyn lääketieteellisestä käytöstä antaman asetuksen (423/2000) 43 §:ssä on säädetty toimenpiteitä koskevien tietojen tallentamisesta. Tutkimusmääristä ja säteilyannoksista tulee tehdä erikseen annettavien ohjeiden mukaan yhteenvedot, joiden perusteella laaditaan valtakunnalliset arviot säteilyn lääketieteellisestä käytöstä aiheutuneista säteilyaltistuksista ja niiden kehittymisestä. Valtakunnalliset arviot kokoa ja julkaisee STUK.

STUK on tehnyt selvityksen radioaktiivisten lääkevalmisteiden käytöstä Suomessa vuonna 2006. Selvitystä varten lähetettiin kyselylomake kaikille sairaaloille, joissa tehtiin isotooppitutkimuksia ja/tai annettiin isotooppihoitoja vuonna 2006.

Vuonna 2006 Suomessa tehtiin 40 824 isotooppitutkimusta, joista lasten tutkimuksia oli 2 737. Aikuisille tehdyistä tutkimuksista hieman yli 1 000 oli tieteellisiä tutkimuksia. Isotooppihoitojen lukumäärä vuonna 2006 oli 1 962. Kuvassa 5 on esitetty isotooppitutkimusten määrät vuodesta 1975 vuoteen 2006. Kuvassa 6 on esitetty isotooppihoitojen määrät vuodesta 1975 vuoteen 2006.



Kuva 5. Isotooppitutkimusten lukumäärät vuosina 1975, 1982, 1994, 1997, 2000, 2003 ja 2006.



Kuva 6. Isotooppihoitojen lukumäärät vuosina 1975, 1982, 1994, 1997, 2000, 2003 ja 2006.

Suomessa isotooppitutkimusten määrä on edelleen vähentynyt. Vuonna 2006 isotooppitutkimusten lukumäärä oli noin 10 % pienempi ja isotoppihoitojen lukumäärä noin 15 % pienempi kuin vuonna 2003. Isotooppitutkimusten määrä 1000 asukasta kohti oli 7,7 ja isotoppihoitojen 0,37 vuonna 2006. Suomessa tehtiin vuonna 2006 eniten luuston gammakuvauksia (39,1 %), seuraavina olivat verenkierroelimestön tutkimukset (14,4 %) ja hengityselimistöön tutkimukset (12,7 %). Eniten on lisääntynyt kasvainten kuvantaminen, joka on lähes kaksinkertaistunut vuodesta 2003 (6,4 %) vuoteen 2006 (11,5 %).

Isotooppitutkimuksista 83 % tehtiin ^{99m}Tc :llä, 4 % ^{18}F :llä, 3 % ^{123}I :lla, 3 % ^{201}Tl :lla, 2 % ^{51}Cr :llä ja 2 % ^{111}In :llä. Muilla radionuklideilla (^{11}C , ^{15}O , ^{57}Co , ^{67}Ga , ^{75}Se ja ^{131}I) tehtiin yhteensä noin 4 % tutkimuksista. Vuoteen 2003 verrattuna ^{99m}Tc :llä leimattujen radioaktiivisten lääkevalmisteiden käyttö on vähentynyt noin 12 % ja ^{18}F :n käyttö lisääntynyt noin 73 %.

Isotooppitutkimuksista potilaille aiheutunut kollektiivinen efektiivinen annos oli 160 manSv vuonna 2006 ja tästä aiheutunut keskimääräinen

efektiivinen annos kansalaista kohti oli 0,03 mSv. Keskimääräinen efektiivinen annos isotooppitutkimusta (aikuisille tehty kliniset tutkimukset) kohti oli 3,9 mSv vuonna 2006. Kollektiivisen efektiivisen annoksen kannalta merkittävimmät 10 isotooppitutkimusta on esitetty liitteen 1 taulukossa III.

Sairaaloiden ilmoittamia, eri isotooppitutkimuksissa potilaille annettavien radioaktiivisten lääkevalmisteiden keskimääräisiä aktiivisuuksia käytetään hyväksi myös määritettäessä isotooppitutkimusten vertailutasoja. Uudet vertailutasot tullaan antamaan vuoden 2008 aikana.

Selvityksessä pyydettiin tietoja myös kuvantamislaitteista, niiden laadunvalvonnasta ja eri suorituskykyparametreille käytettävistä hyväksyttävyysskriteereistä. Suomessa oli 46 gammakameraa ja 5 PET-kameraa vuonna 2006. STUK on laatimassa isotooppilääketieteen laitteiden laadunvalvontaopasta yhteistyössä sairaalafysiikoiden kanssa. Kuvantamislaitteiden laadunvalvonnasta saatuja tietoja tullaan käyttämään hyväksi opasta laadittaessa.

Potilasannokset ja tutkimusmäärät radiologiassa

Radiologisten tutkimusten määrää vuonna 2005 käsitelleen raportin (STUK-B-STO 62) tulosten perusteella määritettiin röntgentutkimusten kollektiivinen annos. Sen perusteella arvioitiin röntgentutkimuksista aiheutuvan annoksen olevan 0,45 mSv henkilöä kohden.

Vuodesta 2000 vuoteen 2005 tavanomaisten tutkimusten määrä väheni noin 7 % ja läpivalaisututkimusten määrä noin 40 %, kun taas tietokonetomografian ja toimenpideradiologian määrä kumpikin lisääntyi noin 30 %.

2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa

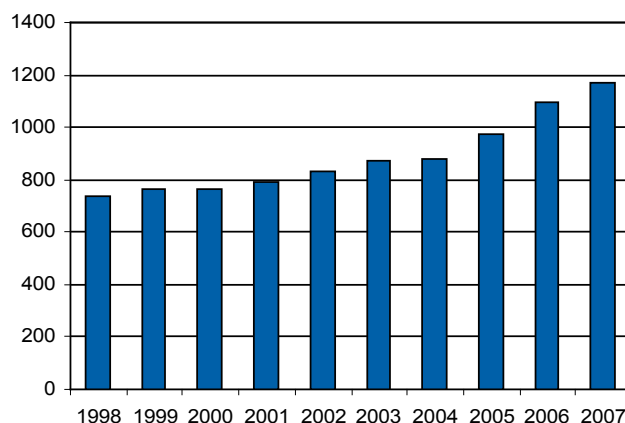
Turvallisuusluvut

Vuoden 2007 lopussa oli teollisuuden, tutkimuksen, opetuksen, kaupan ja huoltotoiminnan säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 1 103 kappaletta (ks. myös kuva 2). Liitteen 1 taulukossa IV on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

Uudentyyppisenä toimintana myönnettiin määräaikainen (18 kuukautta) turvallisuuslupa röntgensäteilyn takaisinsirontaan perustuvan henkilötarkastuslaitteen koekäytölle Helsinki-Vantaan lentoaseman turvatarkastuksissa. Luvan ehtoja olivat muun muassa, että turvatarkastukseen osallistuvat ovat yli 18-vuotiaita ja vapaaehtoisia. Tehdyt selvitykset ja mittaukset osoittivat, että yhdestä tarkastuksesta aiheutuva annos on hyvin pieni, vähemmän kuin 0,1 µSv. Toiminnan mahdollista jatkamista koekäytön jälkeen arvioidaan erikseen koekäytöstä saatujen kokemusten perusteella.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Kuvassa 7 on esitetty röntgenlaitteiden ja kiihdyttimien lukumäärä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Vuodesta 1998 vuoteen 2007 näiden laitteiden lukumäärä on lisääntynyt 59 %. Uusia röntgenlaitteita on otettu käyttöön erityisesti tuote- ja turvatarkastuksissa sekä alkuaineanalyysissä.



Kuva 7. Turvallisuuslupiin merkittyjen röntgenlaitteiden ja kiihdyttimien lukumäärä teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuosina 1998–2007.

Radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden määrässä ei ole kymmenen vuoden aikana tapahtunut merkittäviä muutoksia, vaan niiden lukumäärä on ollut melko tasaisesti 6 100–6 300.

Radionuklidilaboratorioiden määrä oli vuoden 2007 lopussa 155 kpl, joka oli noin 15 % vähemmän kuin kymmenen vuotta sitten.

Liitteen 1 taulukossa V on yksityiskohtaisempia tietoja turvallisuusluparekisterissä vuoden 2007 lopussa olleista teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytön säteilylaitteista ja -lähteistä sekä radionuklidilaboratorioista.

Liitteen 1 taulukossa VI on tietoja umpilähteissä käytettävien radionuklidien lukumäärästä ja kokonaisaktiivisuuksista.

2.3 Turvallisuuslupan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset

Terveystieteiden säteilyn käyttöä koskevia tarkastuksia tehtiin 304 kappaletta. Tarkastuksissa annettiin toiminnan harjoittajille 148 korjausmääräystä tai -suositusta. Puutteita ilmeni eniten varoitusvaloissa ja -merkinnöissä sekä muissa vastaavissa turvajärjestelmissä. Lisäksi annettiin yksi terveydenhuollon röntgentilojen puutteellisesta säteilysuojauksesta johtuva käyttörajoitus.

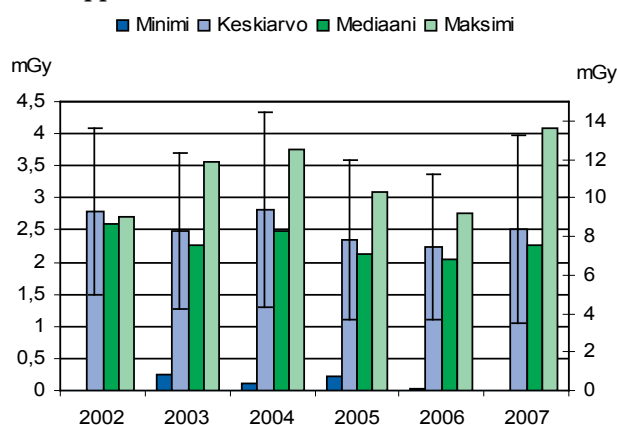
Teollisuuden, tutkimuksen, opetuksen ja kaupan säteilyn käyttöä koskevia tarkastuksia tehtiin 154 kappaletta. Tarkastuksissa annettiin 68 korjausmääräystä tai -suositusta.

Tarkastusten lukumäärät tarkastuksen tyyppin perusteella eriteltyinä on esitetty liitteen 1 taulukossa VII. Tarkastusten lukumäärät terveydenhuollossa toiminnan tyyppin mukaan eriteltyinä on esitetty liitteen 1 taulukossa VIII.

2.4 Ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastukset

Hammasröntgentoimintaa harjoitti 1 850 toiminnan harjoittajaa. Hammasröntgenkuvauksista aiheutuvaa potilasaltistusta mitattiin 1 275 laitteelta (kuva 8). Keskimääräinen annos oli 2,2 mGy. Annos vastaa posken pinnan annosta (ESD) hammasta kuvattaessa. Vertailutaso 5 mGy ylittyi 49 kuvauslaitteella.

Ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastuksia tehtiin 20 kappaletta. Korjausmääräyksiä annettiin 5 ja korjaussuosituksia 2 kappaletta.



Kuva 8. Hammasröntgentoiminnan mittaukset vuosina 2002–2007: pinta-annosten (ESD) suurin ja pienin arvo, keskiarvo ja mediaani. Suurimmalla arvolla on oma ESD-akseli (kuvassa oikealla) suurimman ja pienimmän arvon suuren eron vuoksi.

Hammasröntgentoiminnan tarkastukset tarkastuksen tyyppin perusteella eriteltyinä on myös esitetty liitteen 1 taulukossa VII.

2.5 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti

Tiedot vuonna 2007 maahan tuoduista, maassa valmistetuista ja maasta viedyistä radionuklideista on esitetty liitteen 1 taulukoissa IX–XI. Taulukoiden luvut perustuvat tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuusluvan haltijoilta kerättyihin tietoihin. Tuonti- ja vientitilastoissa eivät ole mukana toiminnan harjoittajien

EU:n sisältä omaan käyttöön tuodut ja EU:n sisälle omasta käytöstä viedyt radioaktiiviset aineet. Tilastot eivät myöskään sisällä radioaktiivisia aineita, joita on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.

Liitteen 1 taulukossa IX eivät ole mukana amerikumia (^{241}Am) sisältävät palovaroitimet ja paloilmoinjärjestelmien ioni-ilmaisimet. Niitä tuotiin maahan yhteensä 439 876 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 15 GBq.

2.6 Työntekijöiden säteilyannokset

Annostarkkailussa oli vuonna 2007 yhteensä hie-maan alle 11 500 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia kirjauskynnyksen alle jääneet annokset mukaan lukien tehtiin STUKin ylläpitämään rekisteriin reilut 140 000 kappaletta.

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt vuosiannosrajaa 50 mSv eikä viiden vuoden annosrajasta (100 mSv) laskettua vuosikeskiarvoa 20 mSv. Kenenkään työntekijän käsien annos ei ylittänyt vuosiannosrajaa 500 mSv.

Säteilyn käytössä kirjattu kokonaisannos oli 1,98 Sv ja ydinenergian käytössä 2,16 Sv. Kirjattu kokonaisannos oli säteilyn käytössä 1 % suurempi ja ydinenergian käytössä 48 % pienempi kuin edellisenä vuonna. Ydinenergian käytössä kokonaisannokset vaihtelevat vuosittain huomattavasti riippuen vuosihuoltojen pituudesta ja tehtävistä huoltotoista.

Suurin syväannos 27,3 mSv kirjattiin toimenpideradiologille. Tämä vastaa noin 0,5–2,7 mSv:n efektiivistä annosta. Suurin efektiivinen annos teollisuudessa oli merkkiainekokeita tekevän henkilön annos 13,8 mSv ja tutkimuksessa puolestaan avolähteitä käyttävän henkilön annos 9,5 mSv.

Suurin kirjattu sormiannos 293 mSv kirjattiin avolähteitä käyttävälle laboratoriohoitajalle.

Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät toimialoitain viiden viimeisen vuoden ajalta esitetään liitteen 1 taulukossa XII. Työntekijöiden yhteenlasketut annokset toimialoitain esitetään kuvassa 1 (kohta 1.1) ja taulukossa XIII. Taulukossa XIV on esitetty säteilylle paljon altistuvien tai lukumääräisesti isojen työntekijäryhmien annostietoja vuodelta 2007. Kuvissa ja taulukoissa esitetyt mittaustulokset (syväannokset) ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensä-

teilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkin-
nässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia
säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan säteily-
suojaimeen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin
arvio efektiivisestä annoksesta saadaan jakamalla
mittaustulos (syväannos) tekijällä 10–60.

2.7 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyysien toteaminen

Vastaavien johtajien säteilysuojelukoulutusta antavat koulutusorganisaatiot

STUK on vahvistanut säteilyn käytön turvallisuu-
desta vastaavan johtajan pätevyysvaatimukset
ohjeessa ST 1.8. Vastaavan johtajan koulutusta
ja pätevyyskouluteluja järjestävät koulutusor-
ganisaatiot hakevat STUKilta oikeutta järjestää
vastaavan johtajan kouluteluja. Vuonna 2007 tar-
kastettiin yksi hakemus ja annettiin siitä päätös
koulutusorganisaatiolle. Kaikki voimassa olevan
hyväksynnän saaneet koulutusorganisaatiot on
esitetty STUKin www-sivuilla.

Terveystarkkailusta vastaavat lääkärit

STUK toteaa säteilytyöluokkaan A kuuluvien työn-
tekijöiden terveystarkkailusta vastaavien lääkä-
rien pätevyyden. Vuoden 2007 lopussa Suomessa
oli kaikkiaan 247 terveystarkkailusta vastaavaa
lääkäriä, joista 18 sai hyväksyntäpäätöksen vuo-
den 2007 aikana.

2.8 Radioaktiiviset jätteet

STUKin ylläpitämään radioaktiivisten jätteiden
kansalliseen pienjätevarastoon on vuoden 2007
loppuun mennessä kuljetettu 195 jätepakkausta.
Merkittävimpien varastossa olevien jätteiden ak-
tiivisuus tai massa on esitetty liitteen 1 taulukossa
XV.

Ennen jätteiden kuljettamista pienjätevaras-
toon ne toimitetaan välivarastoon, joka sijaitsee
STUKin Helsingin toimitilojen yhteydessä. Vuonna
2007 STUKin välivarastoon otettiin vastaan 51
pienjätelähetystä, joissa oli yhteensä 64 kolia.
Liitteen 1 taulukossa XVI on esitetty STUKiin
vuonna 2007 toimitettujen jätteiden aktiivisuus
tai massa.

2.9 Poikkeavat tapahtumat

Säteilyasetuksen (1512/1991) 17 §:n mukaan
STUKille on ilmoitettava säteilyn käyttöön liitty-
västä poikkeavasta tapahtumasta, jonka seurauk-
sena turvallisuus säteilyn käyttöpaikalla tai sen
ympäristössä merkittävästi vaarantuu. Samoin on
ilmoitettava säteilylähteen katoamisesta tai anas-
tuksesta tai lähteen joutumisesta muulla tavalla
pois turvallisuusluvan haltijan hallusta. Ilmoitus
on tehtävä myös muista poikkeavista havainnoista
ja tiedoista, joilla on olennaista merkitystä työntekijöiden, muiden henkilöiden tai ympäristön sätei-
lyturvallisuuden kannalta.

Vuonna 2007 sattui 24 tapausta, joihin liit-
tyi tai epäiltiin liittyvän normaalista poikkeava
tapahtuma tai tilanne ionisoivan säteilyn käy-
tössä. Tapauksista 15 koski säteilyn käyttöä teol-
lisuudessa, tutkimuksessa tai kuljetuksissa ja 9
säteilyn käyttöä terveydenhuollossa. Poikkeavien
tapahtumien lukumäärät vuosina 1998–2007 on
esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1).

Jäljempänä olevissa tapausselostuksissa on esi-
tetty vuonna 2007 sattuneet poikkeavat tapahtu-
mat ja niiden syyt sekä toimenpiteet, joihin kunkin
tapahtuman johdosta on ryhdytty.

Tapahtuma 1

Metallirakenteiden kuvauspaikalla hitsaaja pa-
lasi tauon jälkeen työpisteeseensä ja joutui epä-
huomiossa lähelle röntgenlaitteen säteilykeilaa.
Hitsaajan arvion mukaan hän oli röntgenlaitteen
säteilykeilan läheisyydessä noin 10 s:n ajan etäi-
syyden ollessa 2–3 metriä. Hitsaajalle aiheutui ta-
pahtumasta noin 10 µSv:n säteilyannos. Jatkossa
vastaavanlaiset röntgenkuvaukset pyritään suo-
rittamaan työajan ulkopuolella ja alue rajataan
varoituskylteillä ja lippusiimalla nykyistä parem-
min.

Tapahtuma 2

Kiihdytinlaboratoriossa sattui poikkeava tapahtuma ¹²³I-tuotannossa, kun kohtion ikkunakalvo rikkoontui noin tunnin säteilytyksen jälkeen. Tapahtuman seurauksena kohtion sisältämä stabiili ja radioaktiivinen kaasun levisi suihkulinjaan kohti kiihdytintä. Tämä laukaisi ns. nopean turva-

venttiilin, joka ohjasi kaasun suihkulinjaan koh-
tion ja venttiilin välille. Suurin osa kaasuista pääsi
ympäristöön tapahtumaa seuranneen ensimmäi-
sen puolen tunnin aikana. Kokonaispäästöt olivat
noin 8,2 GBq ^{123}Xe :a ja 2,9 GBq ^{123}I :a, ja labora-
torion vuosipäästörajat ylittyivät jonkin verran.
Kiihdytinlaboratorion työntekijöille tai kenelle-
kään laboratorion ulkopuolella ei aiheutunut al-
tistusta.

Tapahtuma 3

Teollisuuslaitoksessa kaksi asentajaa altistui sä-
teilylähteen sisältävän laitteen irrotuksen yhtey-
dessä. Kyseinen pinnankorkeuden mittaamiseen
käytetty laite sisältää ^{137}Cs -lähteen (aktiivisuus
3,7 GBq) ja on rakenteeltaan sellainen, että lähde
siirtyy käyttöasennossa siirtosauvan mukana suo-
juksesta siilon sisälle. Irrotustyön aikana lähde
ei ollut lukittuna ja se oli suojuksen ulkopuolella
tai aivan suojuksen ulkoreunalla. Tapahtumasta
olisi voinut aiheutua merkittävät säteilyannokset,
mutta annokset jäivät nyt vähäisiksi, koska al-
tistumisen kestot olivat erittäin lyhyitä. Toiselle
asentajista aiheutui tapahtumasta 0,19 mSv:n
efektiivinen annos ja toiselle 0,06 mSv:n annos.
Lisäksi toisen asentajan käteen aiheutui 60 mSv:n
ekvivalenttiansios. Vuosiannosraja ihon ekvivalent-
tiansioselle on 500 mSv.

Tapahtuma 4

Terästehtaalle saapuneesta kierrätysmetallierästä
löytyi säteilevä metallikappale, jonka tunnistettiin
sisältävän köyhdytettyä uraania. Metallierä oli
tullut ulkomailta, eikä löydöksen alkuperää voida
jälkikäteen tunnistaa. Uraanikappale varastoitui
erilleen ja toimitettiin myöhemmin STUKin pien-
jätevarastoon.

Tapahtuma 5

Teollisuuslaitoksen kuljetusjärjestelmää puret-
taessa laitteistoon kuulunut 37 MBq:n ^{60}Co -sä-
teilylähde siirrettiin vahingossa kierrätettävän
metalliromun käsittelyalueelle. Tehtaan ohjeiden
vastainen menettely kuitenkin huomattiin ennen
metalliromun jatkokäsittelyä ja säteilylähde siir-
rettiin asianmukaiseen varastoon. Säteilylähde oli
aktiivisuudeltaan vähäinen, eivätkä purkutyöhön
osallistuneet henkilöt olleet työn aikana lähteen
läheisyydessä. Tapahtuma ei näin ollen aiheutta-

nut ylimääräistä säteilyaltistusta. Säteilylähteen
käsittely ja käytöstä poisto eivät olleet ohjeiden
mukaisia, ja vastaavien tapahtumien välttämisek-
si lähteen käsittelyyn osallistuvilla järjestetään
tehtaalla kertauskoulutusta.

Tapahtuma 6

Läpivalaisulaitteen työntekijä joutui noin kahden
sekunnin ajaksi säteilykeilaan, ja sai vähäisen
säteilyannoksen (< 0,1 mSv). Vaaratilanne johtui
siitä, että operaattori sai tahattomasti käynnis-
tettyä kaksi yhtäikaista toimintoa, eikä laitteen
käyttöjärjestelmä varoittanut tai estänyt säteilyn
päällä olosta. Toiminnan harjoittajaa kehoitettiin
tarkistamaan ja korjaamaan läpivalaisulaitteiston
käyttöjärjestelmä sellaiseksi, ettei se edesauttai-
si onnettomuustilanteiden syntymistä. Myös ope-
raattorin tehtävien tarkemmalla määrittelyllä ja
ohjeistuksella voidaan vaikuttaa siihen, ettei vas-
taavia vaaratilanteita esiintyisi.

Tapahtuma 7

Höyrykattilan huolto- ja kunnossapitotöiden aika-
na yksi työntekijä oli 10–15 minuuttia pinnankor-
keutta mittaavien säteilylähteen säteilykeilassa.
Työntekijä ei ollut huomannut säteilylähteen
olevan auki -asennossa mennessään polttoaineen
syöttölaitteen sisälle valmistelevaan huoltotöitä.
Toiminnan harjoittajan mittausten mukaan työn-
tekijä sai korkeintaan 0,4 mSv:n säteilyannoksen.
Laitoksella on selvät ohjeet tämän tyyppisiä säiliö-
töitä varten, mutta niitä ei noudatettu. Toiminnan
harjoittajaa kehoitettiin järjestämään asiasta täy-
dennyskoulutusta ja sijoittamaan asiaan kuuluvat
varoituskilvet paremmin näkyville.

Tapahtuma 8

Telakan romuvarastosta löytyi vanha ^{60}Co -säteily-
lähde, jota oli käytetty 1970-luvulla sammutinsäi-
liöiden pinnankorkeusmittareissa. Telakan käytös-
sä olleet viisi pinnankorkeusmittaria oli poistettu
käytöstä yli 20 vuotta sitten, mutta epähuomiossa
vain neljä niistä oli toimitettu radioaktiivisena jät-
teenä STUKin jätevarastoon. Lähteen aktiivisuus
oli alun pitäen 18,5 MBq ja löytöhetkellä pienempi
kuin 0,3 MBq. Säteilylähteen löytäjät ilmoittivat
pitäneensä lähdeä kädessään korkeintaan joita-
kin minuutteja. Altistuneiden henkilöiden efekti-
ivisen annoksen arvioitiin olevan muutamia mikro-

sievertejä ja käsien ekvivalenttiansiannon muutamia millisievertejä.

Tapahtuma 9

STUKin tarkastajan suorittamassa määräämääräaikaistarkastuksessa todettiin, että voimalaitoksen pudotustorven tukosvahtina ollut säteilylähde (^{137}Cs , aktiivisuus 185 MBq) oli kadonnut. Kyseinen pudotustorvi oli purettu syksyllä 2005. Lähteen etsimiseksi ja tapahtumien kulun selvittämiseksi toiminnan harjoittaja haastatteli kaikkia työntekijöitä, jotka olivat olleet voimalaitoksen purkutöissä, mukaan lukien purkutyön toteuttaneen ja kierrätysmetallin pois toimittaneen kierrätysmetallirytyksen työntekijät. Kierrätysmetallirytyks ei ollut omissa säteilymittauksissaan havainnut kyseisissä metallierissä mitään säteilylähteeseen viittaavaa. Laajoista etsinnöistä ja selvityksistä huolimatta säteilylähde ei löydetty. Vastaavan tapahtuman ennalta ehkäisemiseksi toiminnan harjoittaja muun muassa paransi sisäistä ohjeistusta ja tiedonkulkua sekä työntekijöiden koulutusta.

Tapahtuma 10

Metallivalimossa oli neljä miestä työskennellyt huoltotehtävissä kuilu-uunin alaosassa. Uunin yläosassa oli kaksi pintakytkintä, joista kumpikin sisälsi ^{137}Cs -säteilylähteen (aktiivisuus 2 960 MBq). Säteilylähteiden sulkimet olivat olleet työn aikana auki, vaikka työohjeissa on todettu, että säteilijät on suljettava huoltotöiden ajaksi. Normaalisti säiliöön kuljetaan ylätasanteelta, jossa on merkivalot ja varoitusmerkit muistuttamassa säteilylähteistä, mutta tällä kertaa kuiluun mentiin poikkeuksellisesti alatasanteelta.

Tarkastuksessa todettiin mittauksin, että työntekijät eivät olleet altistuneet säteilylle, koska huoltotehtäviä tehtiin vain kuilun alaosassa, säteilylähteet olivat noin 5 metrin korkeudella ja säteilykeila oli hyvin kapea. Tapahtuman toistumisen estämiseksi päätettiin, että toiminnan harjoittaja lisää varoitusmerkin ja varoitusvalon myös alatasanteelle.

Tapahtuma 11

Yksityishenkilö ilmoitti STUKille, että Simon kunnassa oli erään tien varteen lyhtypylväisiin ja maastoon kiinnitetty asiattomia säteilyvaaraa osoittavia merkkejä ja tiedotteita. STUKin pyynnöstä poliisi huolehti asiattomien merkkien poistamisesta.

nöstä poliisi huolehti asiattomien merkkien poistamisesta.

Tapahtuma 12

Tienrakennusurakassa katosi aliurakoitsijan työmaakopista pääurakoitsijalle kuulunut maatäyttäjien tiiveysmittari, joka sisälsi kaksi säteilylähdeä (^{137}Cs 300 MBq ja ^{241}Am 241-Be 1 480 MBq). Mittari löytyi viikon kuluttua aliurakoitsijan kaupunkikontraktista, johon se oli siirretty, mutta tieto siirrosta ei ollut mennyt eteenpäin. Vastaisuudessa pääurakoitsija ei enää luovuta säteilylähteitä aliurakoitsijoiden käyttöön.

Tapahtuma 13

Säteilyn käytöstä vastaava johtaja epäili laboratoriossa työskennelleen työntekijän altistuneen säteilylle. Työntekijä oli kuivannut ^{32}P -isotoopilla leimattua näytettä vakuumikuivurissa ja oli katsonut laitetta usean minuutin ajan pleksisuojuksen yli. Muutamaa päivää myöhemmin työntekijä havaitsi kuumotusta poskessaan ja sormissaan. Säteilyn käytöstä vastaava johtaja arveli ensin, että oireet olivat seurausta siitä, että lähteen toimittaja oli toimittanut laboratorioon liian aktiivisen ^{32}P -lähteen. Tarkempi selvitys osoitti, että lähde ei ollut liian aktiivinen ja että tapahtumasta ei ole voinut aiheutua merkittävää altistusta vaikka suojuksen yli oli katsottu. Toiminnan harjoittajaa kehoitettiin huolehtimaan siitä, että työntekijöille annetaan riittävästi tietoa säteilystä ja sen vaikutuksista sekä turvallisista työtavoista.

Tapahtuma 14

Voimalaitoksen työntekijä epäili altistuneensa säteilylle, kun laitoksessa tehtiin röntgenkuvauksia. Hän otti yhteyttä työterveyshuoltoon selvittääkseen asian merkityksen. Tapauksen selvitys osoitti, että vaikka työntekijä oli ollut vain noin 5 metrin päässä kuvauslaitteesta, hän ei ole voinut altistua säteilylle, koska välissä oli säteilyä tehokkaasti vaimentavia metalli- ja betonirakenteita.

Tapahtuma 15

^{241}Am -säteilylähde joutui kierrätysmetallin mukana sulatukseen terästehtaalla. Suurin osa ameriikumista kulkeutui sulatusprosessissa kuonaan ja vähäisiä määriä savukaasupölyihin. Sulatuserästä valmistetussa teräksessä ei havaittu radioaktiivisuutta. Sulatolla tehtyjen mittausten ja selvitysten

perusteella työntekijöiden altistuminen tapahtuman aikana ja välittömästi sen jälkeen jäi merkityksettömäksi. Terästehtaalta ei levinnyt amerikumia ympäristöön. Amerikiumpitoinen kuona ja pöly on varastoitu erillisiin astioihin tehtaan alueelle.

Tapahtuma 16

Kuusi potilasta sai väärää radiolääkettä ja tutkimukset jouduttiin uusimaan. Isotooppilaboratorioon oli tilattu dopamiinitransporttereiden gammakuvaukseen 185 MBq ^{123}I - β -CIT-radiolääkeainetta. Saatu radiolääkepakkaus oli varustettu tilauksen mukaisilla merkinnöillä. Potilaan kuvauksessa havaittiin poikkeuksellisen huono kuvan laatu. Selvittelyissä ilmeni, että radiolääke oli tehtaalla sattuneen virheen vuoksi serotoniinitransporttereiden kuvauksiin käytettävä ^{123}I -nor- β -CIT. Väärästä radiolääkkeestä potilaille aiheutuneiden annosten arvioitiin olevan 4–5 mSv.

Tapahtuma 17

Sädehoidon hoitosuunnitelman mukainen kenttien painotus jäi tekemättä, jolloin potilaan saaman hoidon annosjakauma ei vastannut suunniteltua. Potilaalle aiheutui noin 7 %:n poikkeama keskimääräiseen kohdeannokseen. Tässä tapauksessa annossuunnitelman pohjana oli käytetty edellisen potilaan tietoja, joihin annossuunnitelman tiedot oli siirretty oikein painotusta lukuun ottamatta. Potilas on saanut tapahtuman jälkeen uuden suunnitelmallisen sädehoidon. Suunnitelmien tarkastusmenettelyä on muutettu siten, että ensisijainen annossuunnittelija tarkastaa aina vastuullaan olevan hoidon lopullisen annossuunnitelman eikä suunnittelussa saa käyttää pohjana aiemmassa hoidossa käytettyjä arvoja.

Tapahtuma 18

Väärä potilas sai kokoaivosädetyksenä 4 Gy:n kerta-annoksen. Potilaan henkilöllisyyttä ei ollut riittävästi varmistettu. Sairaanhoidaja toi potilaan pyörätuolilla sädehoito-osastolle, vaikka potilaan oli määrä mennä solusalpaajahoitoon. Sädehoito-osastolle olisi pitänyt tuoda toinen vastaavan ikäinen samaa sukupuolta oleva pyörätuolipotilas. Sädehoidon saanut potilas oli palliatiivisessa hoidossa ja saanut edellisellä viikolla sädehoitoa luustokivun lievittämiseen. Potilaan vointiin sädehoidolla ei ollut vaikutusta. Sädehoitoklinikalla

kiinnitetään jatkossa enemmän huomiota potilaan tunnistamiseen ja harkitaan kasvovalokuvan liittämistä hoidon varmistusjärjestelmään.

Tapahtuma 19

STUKille ilmoitettiin verivalmisteiden säteilytykseen käytettävän gammasäteilyttimen toimintahäiriöstä. Laaduntarkkailussa oli ilmennyt, että verivalmisteiden säteilytys ei ollut tasaista. Ohjauskortin vaihdon jälkeen laite toimi jälleen moitteettomasti. Toimintahäiriöstä ilmoitettiin myös laitevalmistajalle ja Lääkelaitokselle.

Tapahtuma 20

STUKille ilmoitettiin, että Mäntsälässä sijaitsevalle jäteasemalle oli toimitettu kymmenen säteilyvaaramerkeillä varustettua lyijypurkkia. Purkit olivat olleet hajallaan Mäntsälässä tien vieressä, mistä ne oli toimitettu jäteasemalle. STUKin tarkastaja kävi noutamassa lyijypurkit. Yhdeksässä purkissa oli merkintä ^{125}I :sta, mutta niissä ei ollut ^{125}I :a eikä muitakaan radioaktiivisia aineita. Yksi purkeista oli kontaminoitunut ^{90}Sr :llä.

^{125}I :a ja ^{90}Sr :a käytetään mm. sädehoidossa. Myöhemmin selvisi, että purkit olivat silmän sädehoitoon käytettävien säteilylähteiden kuljetuspakkauksia. Säteilylähteet oli poistettu purkeista, mutta säteilyvaaramerkit olivat jääneet poistamatta, kun lyijysuojat oli pantu metalliromun joukkoon. Myöskään kontaminaatiomittauksia ei ollut tehty asianmukaisesti, sillä yhden lyijysuojan kannen sisäpinta oli kontaminoitunut. Tyhjät lyijysuojat voidaan toimittaa metallinkierrätykseen, kun niistä poistetaan säteilyvaaramerkit ja ne todetaan mittauksin puhtaksi.

STUK teki tarkastuksen klinikalle, josta purkit olivat peräisin. Tarkastuksessa todettiin, että kyseessä oli inhimillinen erehdys. Säteilylähteiden käsittelyä koskevat järjestelyt ja kirjalliset ohjeet olivat asianmukaiset. Lyijysuojia käsitelleet henkilöt eivät altistuneet säteilylle, eikä tapahtumasta aiheutunut muutoinkaan vaaraa ympäristölle.

Tapahtuma 21

Kahden kuukauden ikäiselle poikavauvalle tehtiin sappiteiden gammakuvaus $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -mebrofeniinillä. STUKille tulleen ilmoituksen mukaan lapselle annettiin erehdyksessä liikaa radiolääkettä. Lapselle annetun $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -mebrofeniinin aktiivisuus oli 86 MBq, kun sen olisi kuulunut olla 25 MBq.

Tutkimuksesta potilaalle aiheutuva säteilyannos riippuu merkittävästi siitä, onko potilaan maksan toiminta normaali vai ei. Lapsen maksan toiminta todettiin tutkimuksessa normaaliksi ja lapselle tutkimuksesta aiheutuneeksi ylimääräiseksi säteilyannokseksi arvioitiin noin 9 mSv. Tapahtumasta on ilmoitettu myös lähettävälle lääkärille ja Lääkelaitokselle.

Tapahtuma 22

STUKille ilmoitettiin rintasyöpäpotilaan sädehoidon annossuunnittelussa tapahtuneesta virheestä. Annoslaskennan suoritti 5 kk työssä ollut apulaisfyysikko. Potilaan 25 fraktion sädehoito aloitettiin normaalisti, mutta neljän viikon ja 21 fraktion jälkeen potilaalle aiheutui voimakasta ihon punoitusta fotonikentän alueelle. Tämän vuoksi lääkäri pyysi fyysikoita tarkistamaan annokset. Tällöin havaittiin, että annoslaskennassa oli tapahtunut virhe. Tästä seurasi, että potilas sai siten 31 % suunniteltua suuremman hoitoannoksen fotonikenttien alueella ja 80 % suunniteltua pienemmän annoksen elektronikentän osalta. Hoidon aikana hoitajat eivät olleet kiinnittäneet huomiota siihen, että elektronikentän hoitoaika oli vain 6–7 s normaalin 30 s:n sijasta. Hoito fotonikenttien alueelle lopetettiin ja elektronihoidoa jatkettiin suunnitellun hoitoannoksen saavuttamiseksi.

Vastaavien tapahtumien estämiseksi klinikalla päätettiin, että toinen fyysikko tarkastaa apulaisfyysikoiden tekemät annoslaskelmat ensimmäisen koulutusvuoden ajan. Röntgenhoitajille lisätään koulutusta, jotta heillä on parempi käsitys annettavista annoksista ja hoitoon kuluvasta ajasta.

Tapahtumasta voi aiheutua vaaraa kyseisen potilaan terveydelle. Sädehoidosta potilaalle aiheutuvat myöhäisreaktiot voivat olla sädeannoksen ylityksen vuoksi tavanomaista suuremmat. Klinikalla asia selvittiin potilaalle.

Tapahtuma 23

Yliopistollinen keskussairaala ilmoitti, että se on 18 kertaa joutunut tilanteeseen, jossa sairaalassa olevassa TT-kuvauslaitteessa on ilmennyt toimintahäiriöitä. Kuvauksen aikana järjestelmä on ”kaatunut” ja se on jouduttu käynnistämään uudelleen. Uudelleenkäynnistämisen jälkeen TT-kuvaus on

pitänyt uusia, mistä on aiheutunut kuvattavalle potilaalle 2–3 mSv:n suuruinen ylimääräinen efektiivinen annos. Muitakin häiriöitä laitteessa on ollut. STUK määräsi, että laite on saatettava toimintakuntoiseksi tai poistettava käytöstä. Laite korjattiin toimivaksi.

Tapahtuma 24

Yliopiston tutkijoilla oli vastaavan johtajan lupa tehdä tutkimukseensa liittyvät ⁹⁰Y-leimaukset sairaalan isotooppiostasolla. Leimaus tehtiin osastonhoitajan luvalla poikkeuksellisesti isotooppiostasosta annosteluhuoneessa radioaktiivisten lääkkeiden annosteluun käytettävän suojakaapin vieressä olevassa keittolaitteessa. Poikkeavasta menettelystä unohdettiin kertoa annosteluhuoneessa leimauspäivänä työskentelevälle hoitajalle. Hoitaja tuli huoneeseen ja jonkin aikaa työskenneltyään huomasi lasiampullin keittolaitteessa. Hän mittasi annosnopeusmittarilla keittolaitteen päältä ”suuria annosnopeuksia” ja poistui välittömästi huoneesta. Hoitaja oli huolissaan myös leimauksen tekijöiden turvallisuudesta, sillä heillä ei ollut suojavaatteita eikä suojakäsineitä. Hän ei havainnut heillä myöskään henkilökohtaisia annosmittareita.

Vastaava johtaja kielsi välittömästi leimausten tekemisen vastaisuudessa isotooppiostasolla. Tapahtumaa käsiteltiin isotooppiostasosta laaturyhmän kokouksessa ja poikkeavan tapahtuman käsittelytilaisuudessa. Poikkeavasta tapahtumasta järjestettiin vielä sairaalan isotooppiostasosta henkilökunnalle ja yliopiston tutkimusryhmälle palautetilaisuus.

Vastaava johtaja toimitti poikkeavasta tapahtumasta STUKille kirjallisen raportin. Raportin mukaan leimauksen tekijät oli perehdytetty leimausten tekemiseen. Heidän säteilyaltistustaan tarkkailtiin elektronisella annosmittarilla, eikä heille ollut aiheutunut annosta leimauksesta. Sormien annosta ei ollut tarkkailtu. Annosteluhuoneessa leimauksen aikana työskennelleen hoitajan henkilöannosmittarin tulos joulukuulta 2007 osoitti, että hänelle ei aiheutunut poikkeavan tapahtuman johdosta säteilyannosta.

Poikkeavan tapahtuman syyksi todettiin huono tiedonkulku.

3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

3.1 Radon työpaikoilla

Vuoden 2007 aikana STUK sai ilmoituksen yhteensä 155:sta radonmittauksen tuloksesta, jotka koskivat joko työpisteessä mitattua radonpitoisuuden toimenpidearvon 400 Bq/m³ ylitystä tai olivat aiemmin todettuihin ylityksiin liittyviä lisäselvityksiä. Radonmittausten tulosten perusteella yrityksiin lähetettiin yhteensä 86 pöytäkirjaa. Pöytäkirjoissa vaadittiin tehtäväksi radonkorjaus tai työnaikaisen radonpitoisuuden selvitys 49 työpisteessä ja mitaus toisena vuodenaikana vuosikeskiarvon määrittämiseksi 16 työpisteessä. Onnistuneita radonkorjauksia tehtiin vuoden aikana 13 työpisteessä. Lisäselvitysten (työnaikainen mitaus tai vuosikeskiarvon määrittäminen) perusteella STUK lopetti valvonnan 18 työpisteessä. Muun syyn (esimerkiksi lyhyen työajan tai tilojen käytöstä poiston) vuoksi valvonta päätettiin yhteensä 34 työpisteessä. STUKin valvonnassa oli vuoden aikana 97 työpaikkaa ja näissä yhteensä 138 työpistettä.

Säännönmukainen radontarkastus tehtiin kuudessa maanalaisessa kaivoksessa, joissa kaikissa keskimääräiset radonpitoisuudet alittivat toimenpidearvon. Maanalaisia louhintatyömaita tarkastettiin 13 kappaletta, joista neljässä radonpitoisuus oli toimenpidearvoa suurempi. Kyseisille työmaille annettiin korjausmääräykset radonpitoisuuden pienentämiseksi.

Työntekijöiden radonaltistusta seurattiin säännöllisten radonmittausten ja työaikaseurannan avulla kahdella tavanomaisella työpaikalla ja kolmella louhintatyömaalla, joissa radonpitoisuus ylitti toimenpidearvon. Radonaltistuksen seurannassa oli vuoden 2007 aikana yhteensä 89 työntekijää.

Työntekijöiden säteilyaltistuksen määrittämiseen käytettävällä radonpitoisuuden mittalaitteella tai mittausmenetelmällä on oltava STUKin hy-

väksyntä. Liitteen 1 taulukossa XVII on luetteloitu organisaatiot, joiden laitteet on hyväksytty. Hyväksynnän edellytyksenä on, että laite on asianmukaisesti kalibroitu.

3.2 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily

STUK valvoo talousveden, rakennusmateriaalien ja muiden materiaalien sisältämistä luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaa altistusta. Vuoden 2007 aikana laadittiin 17 tarkastuspöytäkirjaa, jotka koskivat rakennusmateriaalien radioaktiivisuutta. Pöytäkirjoissa annettiin tarvittaessa rajoitukset materiaalien käytölle. Tarkastuspöytäkirjat laadittiin myös kolmen vedenottamon talousveden aktiivisuusmittauksesta. Näissä kaikissa radioaktiivisten aineiden pitoisuudet olivat toimenpidearvoa pienemmät käsiteltyssä, kuluttajille toimitettavassa vedessä. Lisäksi annettiin lausunto, joka koski luonnon radioaktiivisia aineita sisältävän malmin käsittelyä.

3.3 Avaruussäteily

Kuuden suomalaisen lentoyhtiön työntekijät altistuvat avaruussäteilylle siinä määrin, että työntekijöille on järjestettävä säteilyaltistuksen seuranta. Näiden 3 706 työntekijän annokset tallennettiin annosrekisteriin.

Suurin avaruussäteilystä aiheutunut henkilökohtainen annos oli lentäjillä 4,5 mSv. Matkustamohenkilöstöön kuuluvilla suurin henkilökohtainen annos oli 5,1 mSv. Lentäjien annosten keskiarvo oli 2,0 mSv ja matkustamohenkilöstön 2,2 mSv. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden yhteenlasketut efektiiviset annokset esitetään liitteen 1 taulukossa XVIII.

4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

4.1 Yleistä

Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan ultra-violettisäteilyä, näkyvää valoa, infrapunasäteilyä, radiotaajuisia säteilyä sekä pientaajuisia ja staattisia sähkö- ja magneettikenttiä. STUK valvoo ionisoimatonta säteilyä aiheuttavia toimintoja, joskaan valvonta ei ole suoraan rinnastettavissa ionisoivan säteilyn käytön valvontaan.

Keskeisin valvontakohde vuodesta 1995 lähtien ovat olleet solariumlaitteet ja niiden käyttöpaikat. Toinen tärkeä kohde ovat matkapuhelimet, joiden markkinavalvonta aloitettiin vuonna 2003. Yleisoesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteiden käyttö väheni huomattavasti 1990-luvun alkupuolella lamavuosien myötä. Aivan viime vuosina kiinnostus ”showlasereihin” on kuitenkin lisääntynyt kehittyneen laserteknologian (puoli-johdelaserien käyttö) myötä.

Yleisradio- ja tutka-asemia on tarkastettu muutamia vuosittain.

NIR-laboratorion suoritteet ionisoimattoman säteilyn käytön valvonnassa vuosina 2000–2007 on esitetty liitteen 1 taulukossa XIX. Viranomaistarkastuksista suurin osa on solariumien käyttöpaikkatarkastuksia ja matkapuhelimien markkinavalvontaa.

4.2 Optinen säteily

Solariumlaitteiden valvonta

Solariumien käyttöpaikkoihin kohdistuvia tarkastuksia tehtiin 31 paikassa (liite 1, taulukko XX), joista löytyi yhteensä 52 arkkutyypistä ja 2 pystyssä olevaa, seisaaltaan käytettävää laitetta.

Solariumin käyttäjän turvallisuuteen vaikuttavia puutteita löytyi lähes kaikilta käyttöpaikoilta. Solariumlaitteista noin viidennes ei kuulunut Suomessa hyväksyttävään laiteluokkaan (UV-tyyppi 3), mikä on hieman vähemmän kuin viime vuonna. Tarkastuksissa löytyi kuitenkin neljä laitetta, joiden eryteemaefektiiviset irradianssit

ylittivät niin paljon sosiaali- ja terveysministeriön (STM) ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamisesta antamassa asetuksessa (294/2002) säädetyn enimmäisarvon $0,3 \text{ W/m}^2$, että laitteet asetettiin välittömään käyttökieltoon. Suurin mitattu irradianssi oli yli 1 W/m^2 ja kaikki 4 laitetta ylittivät ohjeessa SKV 8.2 asetetun käyttökieltorajan $0,5 \text{ W/m}^2$. Laitteita saadaan käyttää vasta, kun niihin on vaihdettu asetuksen vaatimukset täyttävät lamput. Kolmesta laitteesta tehtiin EY:n komissiolle RAPEX -ilmoitukset. Valmistajan ilmoittama laitteen luokamerkintä (UV-tyyppi 3) oli STUKin mittausten mukaan virheellinen. Lisäksi yhdessä laitteessa samalla tyyppimerkinnällä olevien putkien spektrit poikkesivat merkittävästi toisistaan. Kahdesta muustakin laitteesta mitattiin kyseisellä samalla tyyppimerkinnällä varustetuilla putkilla aiemmin todennetut eri spektrijakaumat.

Noin 90 %:lla laitteista oli säteilyturvallisuusohjeet, mutta kolmessa ohjeessa neljästä oli yleisesti vaatimusten vastaista informaatiota mm. solariumin terveystarkastuksista tai puutteita tekniseen käyttöön liittyvissä ohjeissa. STM:n asetuksen (294/2002) mukainen, solariumin vuosittaista käyttöä rajoittava määräys (5 kJ/m^2 , vastaa n. 20 käyttökertaa) ja 18-vuoden ikärajasuositus oli mainittu vain noin puolella käyttöohjeista. Kolmanneksella tarkastetuista solariumlaitteista ei myöskään ollut vaatimusten mukaista ajastinta, jolla asiakas voisi valita suositellut säteilytysajat ja joka katkaisisi säteilyn asetetun ajan kuluttua. Kahdella laitteella kolmesta suositeltiin myös liian pitkiä solariumkuurin aloitusaikoja.

Käyttöpaikkatarkastuksia tehtiin seitsemällä paikkakunnalla, joista neljässä oli mukana myös paikallisia terveystarkastajia. Heitä opastettiin tarkastusten tekoon säteilyturvallisuusasioissa. Muu yhteistyö terveystarkastajien kanssa oli tarkastuksiin liittyvää neuvontaa, kuten esimerkiksi käytössä olleiden UV-lamppujen säteilyominai-

suuksien ja laitteiden vaatimustenmukaisuuden selvittämistä.

Muu valvonta

Helmikuussa 2007 järjestettiin luvaton yleisötaapahtuma, jossa ohjeen ST 9.4 vastaisesti suunnattiin lasersäteitä yleisöön. STUK huomautti tapahtuman järjestäjää ja muistutti tiedotteessaan, että suurteholaserien käyttö yleisötilaisuuksissa on luvanvaraista. Lisäksi yleisöä varoitettiin hankkimasta internetin kautta silmille vaarallisia lasereita.

Yleisötaapahtumassa käytettiin luvatta 30 mW:n tehoisia silmälle vaarallisia diodilasereita grafitien piirtämiseen. Esitykselle ei olisi annettu lupaa, koska kyseinen laite ei täytä ohjeen ST 9.4 mukaisia turvallisuusvaatimuksia. Järjestäjälle lähetettiin selvityspyyntö ja huomautus, jossa esitettiin lyhyesti laseresitysten turvallisuutta koskevat STUKin vaatimukset.

4.3 Sähkömagneettiset kentät

Matkapuhelimien markkina- ja valvonta

Markkina- ja valvonta käynnistettiin vuonna 2003. UMTS-matkapuhelimien markkina- ja valvonta aloitettiin vuonna 2007. Säteilytestauksia on tähän mennessä tehty yhteensä 75 matkapuhelimelle (liitteen 1 taulukko XXI). Vuonna 2007 testattiin 15 eri

matkapuhelinmallia, joista 4 oli UMTS-puhelimia. Yksikään puhelimista ei ylittänyt STM:n asetuksessa (294/2002) esitettyä enimmäisarvoa 2 W/kg. Suurin mitattu arvo oli 1,15 W/kg.

Lisäksi testattiin suomalais-venäläisenä yhteistyönä 6 GSM-puhelinta yksinkertaistetulla testausmenettelyllä. Testaus liittyi EY:n komission aloitteesta STUKissa pidettyyn kokoukseen, jossa aiheena olivat matkapuhelimien säteilytestaukset sekä niiden harmonisointi. Venäläiset osallistujat edustivat Venäjän tietoliikenne- ja terveysministeriötä sekä niiden alaisia tutkimuslaitoksia. Kokoukseen osallistuivat myös matkapuhelinvalmistajien järjestön MMF:n (Mobile Manufacturing Forum) sekä Nokian edustajat.

Muu valvonta

STUK antoi lausunnon Vantaan Porttisuolle 400 kV:n voimajohdon läheisyyteen rakennetun IKEAn tavaratalon laajentamishankkeesta. Lausunnon mukaan voimalinjan sähkö- ja magneettikentät eivät ole esteenä laajentamiselle.

4.4 Poikkeavat tapahtumat

Poikkeavasta tapahtumasta ilmoittaminen, mitä säteilyasetuksen 17 § edellyttää (ks. kohta 2.9), koskee myös tapahtumia ionisoimattoman säteilyn käytössä. Vuonna 2007 tietoon ei tullut poikkeavia tapahtumia ionisoimattoman säteilyn käytössä.

5 Säännöstötyö

5.1 ST-ohjeet

Säteilylainsäädännön mukaisen turvallisuustason toteuttamista varten STUK julkaisee säteilyn käyttäjille ja luonnonsäteilylle altistavan toiminnan harjoittajille tarkoitettuja ST-ohjeita.

Vuonna 2007 julkaistiin seuraavat ohjeet:

- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus
- ST 5.3 Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa
- ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyö
- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta
- ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet
- ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen
- ST 7.5 Säteilutyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu
- ST 9.4 Yleisoesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteistojen säteilyturvallisuus.

Ohjeet käännetään myös ruotsiksi ja englanniksi.

5.2 Muu säännöstötyö

Säteilylain muutoksessa (1179/2005) ja säteilyasetuksen muutoksessa (1264/2005) säädettyjen korkea-aktiivisia umpilähteitä koskevien vaatimusten tuli olla kaikilta osilta täytetty vuoden 2007 loppuun mennessä. Ohjeessa ST 5.1 täsmennettiin

toiminnan harjoittajan velvoitteita muun muassa niiden vaatimusten osalta, jotka koskevat säteilylähteiden kirjanpitoa, säännöllisiä tarkastuksia sekä lähteiden suojaamista lainvastaiselta toiminnalta, katoamiselta ja vahingoittumiselta.

STM:n työsuojeluosasto on yhteistyössä STUKin kanssa laatinut uuden esityksen valtioneuvoston asetukseksi laserlaitteiden valvonnasta ja tarkastuksesta. Siinä esitetään, että nykyisen valtioneuvoston päätöksen mukaisesti työsuojeluviranomaiset toimivat työssä käytettävien laserlaitteiden valvontaviranomaisena ja Työterveyslaitos tarkastaa paristokäyttöisiä laserlaitteita, jotka eivät kuulu pienjännitedirektiivin mukaan säädeltäviin laitteisiin. Tyyppihyväksynnästä esitetään kuitenkin luovuttavaksi. EY:n komission lausunnossa kiinnitetään huomiota siihen, että Suomen on syytä varmistaa, että viranomaisilla on lainsäädännössä riittävät valtuudet poistaa markkinoilta kuluttajille vaaralliset lasertuotteet. Kuluttajaviraston kantana on, että kulutustavaroina myytävien lasereiden valvonta tulee hoitaa säteilysuojalainsäädännön kautta ja että STUK toimisi valvontaviranomaisena, mikä koskee myös verkkoon kytkettäviä kuluttajatuotteita. Leluissa olevia lasereita valvoo Kuluttajavirasto leludirektiivin pohjalta. Säteilysuojalainsäädännössä on riittävät valtuudet kuluttajalasereiden valvomiseksi (asetus 1306/1993, ja STM:n asetus 294/2002). Valvonnasta ei kuitenkaan ole toistaiseksi vielä tehty päätöstä.

6 Tutkimus

STUKin tutkimustoiminnan tavoitteena on tuottaa tietoa, joka kehittää asiantuntemusta ja tukee viranomaistoimintaa ja onnettomuusvalmiuden ylläpitoa.

6.1 Ionisoiva säteily

Ionisoivaan säteilyyn liittyvä tutkimus- ja kehitystyö tehtiin seuraavassa esitetyissä projekteissa.

Henkilökunnan tutkimuskohtaiset säteilyannokset toimenpideradiologiassa

Tutkimusprojektin tarkoituksena on:

- selvittää henkilökunnan säteilyannoksia tutkimuskohtaisesti sekä henkilökunnan annosten ja vastaavista tutkimuksista potilaille aiheutuvien annosten välistä riippuvuutta
- selvittää toimenpideradiologin/kardiologin annoksia kehon eri osissa (kädet, jalat, silmät ja koko keho).

Mittauksia tehtiin kardiologisten tutkimusten osalta kolmessa sairaalassa. Säteilymittarien ominaisuuksia testataan vielä laboratorio-olosuhteissa ja tehdään yhteenveto tuloksista vuoden 2008 aikana.

SENTINEL-hanke

Vuonna 2005 käynnistyi säteilyn diagnostiseen käyttöön liittyvä EU-koordinoitu projekti Safety and efficacy for new techniques and imaging using new equipment to support European legislation (SENTINEL). Projekti koostuu kahdeksasta työpaketista, jotka kattavat tietokonetomografia-tutkimuksia lukuunottamatta lähes koko säteilyn diagnostisen käytön alueen. STUK osallistuu ensisijaisesti seuraaviin aihekokonaisuuksiin:

- suorituskykystandardit/läpivalaisun kuvanlaadun arviointi matemaattisesti
- kardiologia/potilasannosten kokoaminen sydäntutkimuksissa
- toimenpideradiologia/potilasannosten kokoami-

nen toimenpideradiologiassa

- henkilökunnan annokset toimenpideradiologiassa
- mammografiatutkimukset.

Vuonna 2007 projektissa saatiin yhteenveto toimenpideradiologian potilasannoksista. Lisäksi suoritettiin toimenpideradiologien ja kardiologien annoskartoitus. Projekti päättyi keväällä 2007.

IAEA-dosimetriaohjeisto röntgendiagnostiikkaan

Vuoden 2006 aikana käynnistyi IAEA:n tutkimushanke diagnostiikan dosimetriaohjeiston testauksesta (Coordinated Research project 2006–2007: Testing of the Implementation of the Code of Practice on Dosimetry in X-ray Diagnostic Radiology). Projektissa STUK osallistuu erityisesti pinta-ala-annosmittarien testaustoimintaan, tietokonetomografian annosmittauksissa käytettävien mittarien kalibrointi- ja mittausten menetelmien testaukseen sekä mammografian dosimetriaan. Vuonna 2007 tehtiin pinta-ala-annosmittarien koekalibrointeja ohjeiston mukaisesti ja osallistuttiin laboratorioden väliseen mittausten vertailuun. Tuloksia ei vielä ole käytettävissä. Projekti jatkuu vuonna 2008.

Opinnäytetyöt

Opinnäytetöiden tuloksia voidaan hyödyntää STUKin toiminnassa tai tulokset vaikuttavat säteilyturvallisuuden paranemiseen Suomessa.

Potilasannoksen mittausten menetelmä postitse tapahtuvaan säteilyn käytön valvontaan

Tässä Pro Gradu -tutkielmassa laadittiin termoluminisensidosimetriaa (TLD) soveltaen menetelmä potilasannosten (ESD) mittaamiseen tavanomaisissa röntgentutkimuksissa. Osana työtä kehitetty vedellä täytettävä dosimetriefantomi kalibroitiin ilmakerhalle IEC:n (International Electrotechnical

Commission) RQR-röntgensäteilylaaduilla putkijännitteillä 50–150 kV. Lanneranka- ja keuhkoröntgentutkimuksissa mitatut ilmakerma-arvot muunnettiin potilasannoksiksi käyttäen Kansainvälisen säteily-yksiköiden ja -mittausten toimikunnan (ICRU) taulukoimia takaisinsiron-takertoimia. Tulokset olivat yhtäpitäviä ionisaatiokammioilla mitattujen potilasannosten kanssa TLD-menetelmän 5 %:n mittausepävarmuuden sisällä. Tutkittu menetelmä soveltuu säteilyn käytön postitse tapahtuvaan valvontaan.

6.2 Ionisoimaton säteily

Pääosa ionisoimattomaan säteilyyn liittyvästä tutkimus- ja kehitystyöstä tehtiin seuraavassa esitettyjen yhteisrahoitteisten tutkimusprojektien puitteissa.

Matkaviestinnän terveysriskien arviointi (HERMO)

NIR-laboratorio osallistui kansallisen HERMO-tutkimuksen ”Matkapuhelinjärjestelmien radio-taajuussäteilyn vaikutukset aivojen sähköiseen toimintaan” neljään osatutkimukseen:

1. Ensimmäisessä osatutkimuksessa tutkittiin yhteistyössä Tampereen teknillisen yliopiston ja VTT:n kanssa 900 MHz:n matkapuhelinsäteilyn aiheuttamia EEG-muutoksia nukutettujen porsaiden aivoissa. NIR-laboratorion tehtävänä oli kehittää altistuslaitteisto ja määrittää SAR porsaiden aivoissa. Tästä laadittiin toimintavuoden aikana Bioelectromagnetics-lehteen käsikirjoitus, joka tieteellisiltä arvioijilta saatujen kommenttien perusteella todennäköisesti hyväksytään lehteen.
2. Toisessa osatutkimuksessa tutkittiin STUKin Tutkimus- ja ympäristövalvontaosaston Säteilybiologian laboratorion (SBL) ja NIR-laboratorion yhteistyönä 900 MHz:n matkapuhelinsäteilyn proteiini-vaikutuksia vapaaehtoisten koehenkilöiden iholla. NIR-laboratorion tehtävänä oli kehittää altistuslaitteisto ja määrittää SAR iholla. Toimintavuoden aikana muokattiin Bioelectromagnetics-lehteen lähetettyä käsikirjoitusta, joka julkaistiin kyseisessä lehdessä.
3. Kolmannessa osatutkimuksessa selvitettiin Kuopion yliopistolle aiemmin suunnitellussa ja rakennetussa solu- ja kudostutkimuksessa esiintyvän ns. meniscus-ilmion vaikutusta solujen SAR-jakaumaan. Meniscus-ilmio aiheutuu sii-

tä, että pintajännitys kaareuttaa ja terävöittää nesteen pintaa maljan laidoilla, mistä johtuen SAR kasvaa laidoilla huomattavasti. Tutkimuksen päätulos kuitenkin oli että meniscus-ilmion vaikutus on vähäinen tässä tapauksessa, koska solut ovat kiinnittyneinä yhteen kerrokseen maljan pohjalle.

4. Neljännessä osatutkimuksessa tarkennettiin Kuopion yliopistolle aiemmin suunnitellun rottien altistuslaitteiston dosimetriaa yhdessä VTT:n kanssa. Toimintavuoden aikana laadittiin dosimetrisesta osuudesta teksti Kuopion yliopiston Radiation Research -lehteen lähettämään käsikirjoitukseen, joka käsitteli matkapuhelinsäteilyn vaikutuksia nuorten rottien aivoihin. Käsikirjoitus julkaistiin kyseisessä lehdessä. Samalla täydennettiin VTT:n numeerisilla rottamalleilla laskemalla SAR-datalla Bioelectromagnetics-lehteen aiemmin lähetettyä rottien altistuslaitteistoa ja siihen liittyvää dosimetriaa koskevaa käsikirjoitusversiota. Korjattu käsikirjoitusversio lähetettiin kyseiseen lehteen.

Ohjelmistojen kehittäminen sähkömagneettisten kenttien simulointiin (EMSOFT)

EMSOFT-projektissa mitattiin kuuden matkapuhelintukiasema-antennin sähkökenttää lähietäisyydeltä ilmassa sekä SAR:ia standardin mukaisessa (EN 50383) nestefantomissa. Mittaukset suoritettiin Suomessa käytössä olevilla taajuuskaistoilla (GSM 900, GSM 1 800 ja UMTS 2 100). Yhden antennin tuloksia verrattiin TKK:n Sähkömagneetiikan laboratorion kehittämällä FDTD-simulointi-ohjelmalla laskettuihin tuloksiin. Mittaus- ja simulointitulokset vastasivat hyvin toisiaan. Ero oli alle 10 %, joten kehitetty ohjelma antaa luotettavia tuloksia.

Lähikenttäaltistusta tutkittiin numeerisesti FDTD-menetelmällä laskemalla kahden 900 MHz:n ja 1 800 MHz:n taajuuksilla toimivan tukiasema-antennin aiheuttama tehotiheys ja SAR. Tehotiheydestä määritettiin standardiluonnoksen IEC 62232 mukaisesti keskiarvo kehon keskialueella. Laskennassa verrattiin myös kolmella erilaisella ja erikokoisella numeerisella fantomilla saatuja SAR-arvoja. Keskeisin tulos oli, että ainakin yli 30 cm:n etäisyyksillä tehotiheydestä standardin mukaisesti määritetyn keskiarvon

vertaaminen viitearvoon on turvallista ilman, että kehon keskimääräinen SAR tai 10 g:n paikallinen huippuarvo ylittää perusraajat.

Tukiasemien ympäristökenttien tarkka mitaaminen on teknisesti hyvin vaativaa, koska signaalin taso vaihtelee liikenteen mukaan ja modulaatio on monimutkaista erityisesti, kun kyseessä on UMTS-lähetä. Vaikka tehotiheydet ovat pieniä altistumisrajoihin suhteutettuna (korkeintaan sadasosa ja tyypillisesti kymmenestuhannesosa), mittaukset on tehtävä kohtuullisen tarkasti, jotta yleisö luottaisi mittaustuloksiin ja mittaajiin. Vertailumittauksia suoritettiin kahden tukiaseman lähiympäristössä sellaisilla etäisyyksillä, joilla väestö voi altistua tukiaseman säteilylle. Mittauksissa käytettiin kolmea erityyppistä mittalaitetta: konventionaalinen antenni-spektrianalyysiaattoriyhdistelmä, taajuusselektiivinen Rohde&Schwarz TS-EMF-mittausjärjestelmä ja taajuusselektiivinen Narda SRM-3000 -säteilymittari. Mittaustulokset osoittivat, että konventionaalisen spektrianalyysiaattorin mittaustulos voi olla yli kymmenkertainen tai alle kymmenesosa todellisesta arvosta eikä sitä siten voi käyttää ainakaan UMTS-tukiasemamittauksiin. Taajuusselektiiviset mittauslaitteet ovat luotettavia. STUKin ympäristömittauksissa käyttämä kädessä pidettävä Narda SRM -3000-mittari soveltui kompaktin rakenteensa ansiosta kenttäkäyttöön paremmin kuin Rohde&Schwarzin TS-EMF-mittauslaite, jossa on kolme erillistä osaa.

Muu tutkimustoiminta

Ionisoimattoman säteilyn yhteisrahoitteisten tutkimusprojektien lisäksi tutkimusta ja teknistä kehitystyötä suoritettiin osana NIR-laboratorion perustoimintaa.

Väestön altistuminen puolustusvoimien tutka-asemien läheisyydessä

Yleisempi selvitys ei osoittautunut tarpeelliseksi. Tutka-asema voi olla ongelmallinen vain, jos antennin säteilykeila suuntautuu alle kilometrin etäisyydellä sellaiselle alueelle, johon yleisöllä on vapaa pääsy. Tällaiset erittäin harvinaiset altistumistilanteet arvioidaan tapauskohtaisesti.

Radiotaajuinen (RF) taustasäteily

Tutkimuksella kerättiin riskikommunikaatiota varten tietoja ympäristössä esiintyvien 80–3 000 MHz:n taajuuksien radiolähettimien aiheuttamasta säteilystä. Kohteina ovat erityisesti uusien langattoman viestinnän laitteiden (GSM, UMTS, WLAN, kännykkäTV) aiheuttamat radiotaajuiset kentät, joiden aiheuttamaa altistumista verrataan yleisradio-, ULA- ja TV-asemien aiheuttamaan altistumiseen. Toimintavuoden aikana valmistui käsikirjoitus, joka julkaistaan STUKin julkaisuna yhdessä kansantajuisemman STUK tiedottaa -julkaisun kanssa vuoden 2008 alkupuolella.

7 Kansainvälinen yhteistyö

STO:n ja NIRin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa sekä turvallisuusohjeiden ja mittaussmenetelmien kehittämistä ja myös säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kansainvälisissä järjestöissä, toimikunnissa ja asiantuntijaryhmissä (IAEA, NACP, EURADOS, EURAMET, ESTRO, ESOREX, ICRU, NEA, AAPM, NOG, IEC, ISO, CEN, CENELEC, ICNIRP, EAN, EUTERP).

Osallistuminen kansainvälisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2007 STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- EU:n Euratom Artikla 31 -asiantuntijaryhmä
- IAEA:n säteilysuojelustandardikomitea
- Pohjoismainen umpilähdetyöryhmä (NORGUSS)
- Pohjoismainen dosimetriatyöryhmä
- EURAMETin (European Collaboration in Measurement Standards) ionisoivan säteilyn työryhmä
- EMRP:n (European Metrology Research Programme) projektityöryhmien suunnittelukokoukset
- EAN (European Alara Network), kaksi kokousta
- EUTERP (European Training and Education in Radiation Protection Platform)
- EURADOS (European Radiation Dosimetry Group)
- CENELECin (European Committee for Electrotechnical Standardization) Ad-Hoc UV -työryhmä
- CENELECin TC 106X/WG9 -työryhmä
- IEC:n TC 106 -komitean 62232 -projektityöryhmä
- ICNIRPin (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) TG-ELF -työryhmä.

Osallistuminen muihin kansainvälisiin kokouksiin

STO:n ja NIRin edustajat osallistuivat lukuisiin säteilyturvallisuusalan kansainvälisiin kokouksiin ja kongresseihin ja pitivät niissä esitelmiä ja luentoja (järjestäjinä muun muassa IAEA, EANM, ESTRO, EURAMET, CIPM, EY:n komissio).

Muu kansainvälinen yhteistyö

EU hyväksyi Suomen tekemän tarjouksen kliinisen auditoinnin eurooppalaisen ohjeistuksen laadinnasta, ja tätä koskeva 18 kuukauden mittainen projekti käynnistyi kesäkuussa 2007. STUK on projektin vetäjä. Konsortiossa on lisäksi mukana Tampereen yliopistollinen sairaala Suomesta ja neljä muuta organisaatiota Euroopasta, muiden muassa European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO).

Pohjoismaiset säteilyturvaviranomaiset esitivät yhteisessä kannanotossaan CENELECille, että solariumien säteilyn voimakkuutta ja käytöstä aiheutuvaa UV-annosta tulee pienentää. Viranomaiset painottavat, että solariumien käyttö lisää erilaisten ihosyöpien riskiä.

NIR-laboratorion edustaja osallistui Hampurissa pidettyyn EUROSIGIN UV-konferenssiin, jossa hän piti kutsuttuna esitelmän pohjoismaisten säteilyturvajohtajien esittämistä kolmesta kannanotosta solariumien käytöstä ja laitteiden turvallisuudesta. Kannanotoissa korostetaan mm. sitä, että solariumien irradianssia tulee rajoittaa, alle 18-vuotiaiden ja herkkäihoisten ei pidä käydä solariumissa ja että asiakkaille on tarjottava selkeät käyttöohjeet ja heitä on opastettava rajoittamaan riittävästi solariumista saatavaa vuosiannosta.

EU:n kuudenteen puiteohjelmaan kuuluvaan EMF-NET-koordinaatioprojektiin liittyen NIR-laboratorion edustajat osallistuivat Uumajan yliopistossa järjestettyyn workshopiin, joka koski työntekijöiden altistumista magneettikuvauslait-

teiden magneettikentille. Workshopin yhteydessä tehtiin myös hyvin onnistuneita gradienttikenttien ja liikepotentiaalien mittauksia, joissa hyödynnettiin STUKissa rakennettua isotrooppista magneettikentän mittapäätä. Vastaavanlainen EMF-NET-workshop hitsauslaitteiden magneettikentistä järjestettiin STUKin ja Työterveyslaitoksen toimesta. Siihen osallistui myös Uumajan yliopiston tutkimusryhmä.

8 Kotimainen yhteistyö

STO:n ja NIRin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa ja tutkimusta sekä säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kotimaisissa toimikunnissa ja asiantuntijaryhmissä (muun muassa Metrologian neuvottelukunta, Sädeturvapäivätoimikunta, Eurolab-Finland, SESKO).

STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

Vuonna 2007 STUK järjesti seuraavat kokoukset:

- Säteilyfysiikan neuvottelupäivät. Neuvottelupäivillä kesäkuussa 2007 oli esillä sädehoidon voimakas lisääntyminen. Laitteita tulee lisää ennakoitua nopeammin – vuonna 2007 tuli kolme lineaarikiihdytintä lisää. Uudet hoitotekniikat vaativat uudenlaisia laadunvalvontatietoja, joita kehitellään sekä käyttäjien toimesta että STUKin valvonnan tarpeisiin. Maailmalla viimeaikaiset sädehoidon merkittävimmän poikkeavat tapahtumat ovat liittyneet tietokonepohjaiseen annossuunnitteluun, jonka laadunvalvontaan neuvottelupäivillä kiinnitettiin erityistä huomiota.
- Röntgenfysiikan neuvottelupäivät. Neuvottelupäivät järjestettiin Turun yliopistollisen keskussairaalan tiloissa Naantalissa Luonnonmaalla elokuussa 2007. Osanottajia oli yhteensä 35. Neuvottelupäivien aiheita olivat mm. digitaaliset kuvareseptorit ja niiden laadunvalvonta, digitaalisten kuvantamissysteemien optimointi, potilasannokset tavanomaisessa kuvantamisessa, kuvamonitorien ja tietokonetomografialaitteiden (TT-laitteiden) laadunvalvonta ja potilasannosten mittaus toimenpidediologiassa.
- Säteilyturvallisuus ja laatu isotooppilääketehtämissä -neuvottelupäivät. Neuvottelupäivät järjestettiin Helsingissä marraskuussa 2007. Osanottajia oli yhteensä 64. Isotooppipäivien aiheita olivat säteilysuojelu raskauden aikana,

potilaan kotiuttaminen isotooppihoidon jälkeen, laadunvalvonta ja kuvanlaatu, klininen auditointi ja uudet säteilysuojeluohjeet. IAEA:n asiantuntija piti esitelmät kansainvälisestä säteilysuojelujärjestelmästä ja sikiön suojaamista koskevista ICRP:n ohjeista.

- Tiedotus- ja keskustelutilaisuus radioaktiivisten aineiden kauppaa harjoittavien yritysten kanssa. Kohderyhmänä olivat erityisesti umpilähteiden myyjät. Tilaisuudessa esiteltiin uusia säädöksiä ja STUKin valvontamenettelyjä. Alustusten pohjalta keskusteltiin lisäksi kauppaan liittyvien toimijoiden roolista ja tehtävistä sekä säteilylähteiden käytöstä poistamiseen liittyvistä menettelyistä.
- Turvallisuuslupan laajuus ja vastaavan johtajan hyväksyminen -seminaari pidettiin STUKissa syyskuussa. Seminaarissa käytiin läpi turvallisuuslupien myöntämisen ja vastaavien johtajien hyväksymisen periaatteita. Tilaisuus nähtiin tärkeäksi säteilyn käytön toimintakentässä tapahtuneiden ja käynnissä olevien muutosten vuoksi. Tilaisuuteen osallistui 69 toiminnan harjoittajan edustajaa ja vastaavaa johtajaa.

Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kotimaisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- SESKO SK 61
- SESKO SK 106.

Osallistuminen muihin kotimaisiin kokouksiin

STO:n ja NIRin edustajat osallistuivat lukuisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitivät niissä esitelmiä ja luentoja.

Muu kotimainen yhteistyö

STM on asettanut klinisen auditoinnin asiantuntijaryhmän uudelleen toimikaudeksi 1.1.2007–31.12.2009. Ryhmän sihteeri on STUKista. Ryhmän

toimintasuunnitelmaan 2007 kuului selvitys kliinisten auditointien toteutumisesta ja auditoinneissa annetuista suosituksista (edellisen selvityksen jatko siten, että kaikki ensimmäiset auditoinnit tulevat huomioonotetuiksi) sekä auditointikriteerien tarkoituksenmukaisuuden tarkastelu, tavoitteena tarpeettoman päällekkäisyyden poistaminen muiden laadun arviointien ja viranomaisvalvonnan suhteen.

9 Viestintä

Kirjat, tiedotteet, katsaukset

STUK julkaisee Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarjan, johon kuuluu yhteensä seitsemän kirjaa. Kirjasarjasta on julkaistu vuosina 2002–2006 seuraavat osat:

- osa 1, Säteily ja sen havaitseminen
- osa 2, Säteily ympäristössä
- osa 3, Säteilyn käyttö
- osa 4, Säteilyn terveysvaikutukset
- osa 5, Ydinturvallisuus
- osa 6, Sähkömagneettiset kentät.

Kirjasarjan viimeinen osa käsittelee ultraviolettia- ja lasersäteilyä. Siitä oli vuoden 2007 loppuun mennessä valmistunut 85 %.

Vuonna 2007 STUK laati oppaan digitaaliseen menetelmään perustuvien röntgenkuvauslaitteiden laadunvalvonnasta yhteistyössä röntgenyksiköissä työskentelevien ammattilaisten kanssa ja tarpeen mukaan ulkomaisia yhteistyötahoja konsultoiden. Opas kattaa myös kuvamonitorien laadunvalvonnan. Laadunvalvontaan osallistuvat oleellisesti myös kuvasta lausunnon antavat lääkärit, jotka viime kädessä vastaavat kuvan riittävästä laadusta. Opas julkaistiin keväällä 2008.

STUK on myös valmistellut opasta lasten röntgentutkimuskriteereistä. Siinä esitellään röntgentutkimuksia, jotka ovat perusteltuja lapsipotilaan diagnoosin tai hoidon kannalta, sekä annetaan lasten hyvän röntgentutkimuksen kriteerit. Oppaassa käydään läpi tyypillisimmät lasten röntgentutkimukset mukaan lukien hampaiston kuvaukset. Oppaassa kerrotaan, mitä erityyppisissä kuvissa tulisi näkyä ja miten kuvat pitäisi rajata. Oppaassa mainitaan myös tutkimuksia, joita ei yleensä pitäisi tehdä lapsille. Esimerkiksi nenän sivuonteloiden tai kitarisoiden kuvaus on alle kouluikäisillä harvoin tarpeen.

Opas on tarkoitettu pääasiassa lääkäreille, jotka lähettävät lapsipotilaita röntgentutkimuksiin. Uusi opas täydentää aiemmin julkaistua, lähinnä

röntgenhoitajille suunnattua Lasten röntgentutkimus -ohjeistoa (STUK tiedottaa 1/2005). Siinä muun muassa annetaan ohjeita säteilysuojaimien käytöstä ja käytännön esimerkkejä kuvausarvojen valinnasta eri-ikäisille lapsipotilaille. Opas julkaistaan alkuvuonna 2008.

Ajankohtaistiedottaminen

Vuonna 2000 aloitettua UV-indeksin ylläpitoa jatkettiin STUKin www-sivuilla huhti-kesäkuun välisenä aikana.

Vuoden aikana NIR-laboratorioon tuli runsaasti kysymyksiä kansalaisilta, säteilyn käyttäjiltä, tiedotusvälineiltä ja muilta ionisoimattomasta säteilystä kiinnostuneilta tahoilta. Tiedotusvälineille annettiin useita haastatteluja. Päivittäin tuli kansalaisilta kyselyjä internetin kautta ja puhelinsoittoja mitä erilaisimmista säteilyhuolista. Keväällä järjestettiin perinteinen UV-tiedotustilaisuus yhdessä Syöpäjärjestöjen ja Ilmatieteen laitoksen kanssa. Työterveyslaitoksen kanssa järjestettiin Suomen kansallisen matkapuhelinsäteilyn tutkimusohjelman (HERMO) päättyessä tiedotustilaisuus.

Lehdistötiedotteita laadittiin seuraavista aiheista:

- Matkapuhelimen käytölle ja aivosyövälle ei löytynyt selkeää yhteyttä.
- STUK julkaisi uuden ProInfo-verkkosivuston säteilyn käyttäjille.
- Pohjoismaiset säteilyturvaviranomaiset pyrkivät vähentämään solariumien käyttöä.
- Työntekijöiden säteilyannokset pysyneet selkeästi raja-arvoja pienempinä.
- Lasersäteitä ei saa suunnata yleisötilaisuuksiin ihmisiin.
- UV-ennuste kertoo milloin on tarpeen suojautua auringolta.
- Periaatteet turvallisuuslupia myönnettäessä ja vastaavia johtajia hyväksyttäessä.

- STUKin testaamien uusien kännykkämallien säteily ei ylitä suositusrajoja.
- Alara-lehti: Nauti auringosta maltillisesti.
- Väärä potilas sai sädehoitoa – potilaiden tunnistukseen kiinnitettävä enemmän huomiota.
- Matkapuhelinten terveysriskeistä ei saatu näyttöä.
- Mäntsälästä löytyi radioaktiivista strontiumia.
- Mäntsälästä löytyneen radioaktiivisen strontiumin alkuperä selvisi.
- Alara-lehti: Säteilyn parantava voima.
- STUKissa pidetty seminaari: Turvallisuusluvan laajuus ja vastaavan johtajan hyväksyminen.
- Amerikium-lähde joutui terässulaton uuniin Torniossa.
- Amerikium-lähde uuniin Torniossa: Työntekijöille ei aiheutunut säteilyvaaraa.
- STUK on kieltänyt liian voimakkaiden solariumien käytön.

Koulutusluennot

NIR-laboratorion johtaja luennoi TKK:lla kurssin ”Sähkömagneettisten kenttien ja optisen säteilyn biologiset vaikutukset ja mittaukset” (kurssin laajuus kaksi opintoviikkoa).

10 Mittanormaalitytoiminta

STUK toimii säteilysuureiden kansallisena mittanormaalitylaboratoriona ja pitää yllä mittanormaalityja Suomessa tehtävien säteilymittausten tarkkuuden ja jäljitettävyyden varmistamiseksi. STUK huolehtii omien mittanormaalityensa kalibroinneista säännöllisin väliajoin Kansainvälisessä paino- ja mittatoimistossa (BIPM) tai muussa primäärilaboratoriossa. Säteilymetrologiaan liittyen STUK osallistuu Metrologian neuvottelukunnan toimintaan ja EURAMET-järjestön toimintaan.

Mittanormaalitytoiminnasta vastaavat STO:n Dosimetrialaboratorio (DOS-laboratorio) ionisoivan säteilyn osalta ja NIR-laboratorio ionisoimattoman säteilyn osalta.

10.1 Ionisoiva säteily

Mittanormaalityien ylläpito, säteilytyslaitteiden ja mittausten menetelmien kehitystyö

Vuonna 2007 DOS-laboratoriossa otettiin käyttöön kaksi uutta vertailumittanormaalitya (ionisaatiokammioita) suojelutason säteilymittarien kalibrointiradan mittauksiin. Normaalit kalibroitiin Saksassa PTB-laboratoriossa (Physikalisch-Technische Bundesanstalt).

DOS-laboratorion mittanormaalitytoimintaan kohdistui vuonna 2007 yksi sisäinen auditointi, joka käsitteli laboratorion ulkopuolella tapahtuvia

kalibrointia ja mittauksia. Lisäksi VTT auditoi DOS-laboratoriota aiheenaan laboratorion tuottamat diagnostisten röntgenlaitteiden säteilyturvallisuuksitestaukset. Auditointihavaintoihin liittyvät korjaavat toimenpiteet on jo tehty tai ne tehdään vuoden 2008 aikana.

Mittanormaalitytoimintaan ja dosimetriaan liittyvistä tutkimushankkeista on kerrottu luvussa 6.

Mittari- ja mittausten vertailut

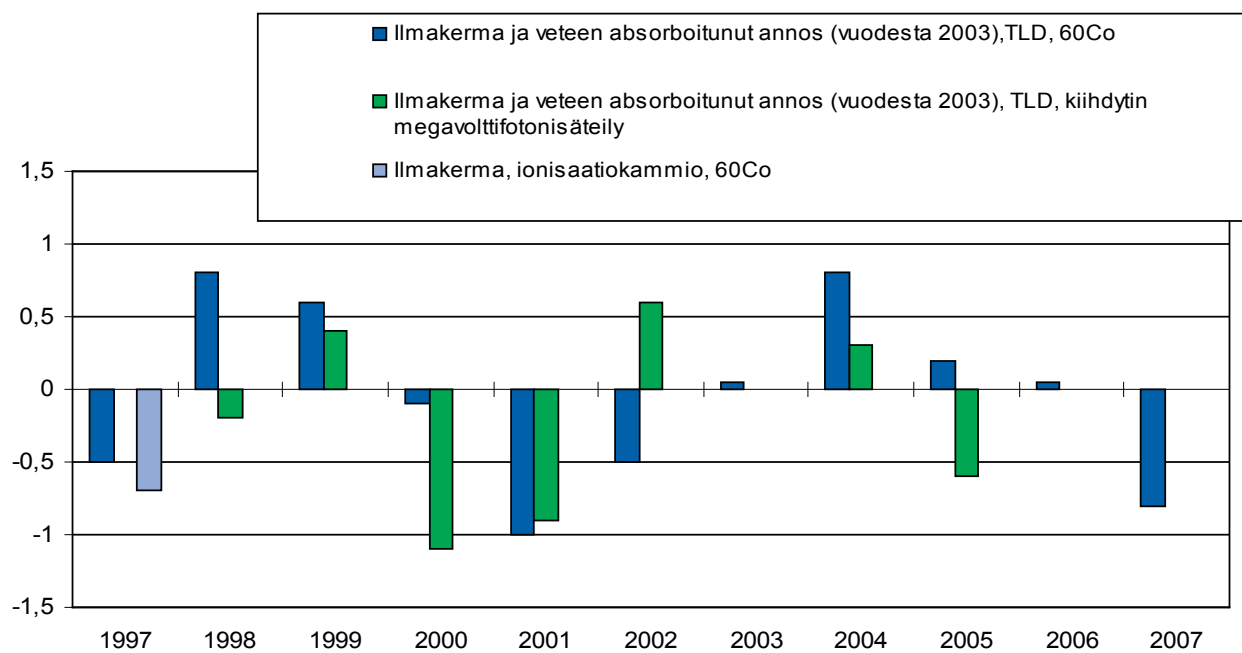
DOS-laboratorio osallistui IAEA/WHO:n ylläpitämään laboratorioverkostoon kuuluvien kalibrointilaboratorioiden kesken vuosittain järjestettävään absorboituneen annoksen TLD-mittausten vertailuun ⁶⁰Co-gammasäteilyllä. STUKin tulos poikkesi vertailuarvosta - 0,8 %. Tulos oli reilusti hyväksyntärajan $\pm 3,5$ % sisäpuolella.

Kuvassa 9 on esitetty STUKin mittaustulosten poikkeamat vertailuarvosta IAEA/WHO:n järjestämissä mittausten vertailuissa vuosina 1997–2007.

10.2 Ionisoimaton säteily

Mittaus- ja säteilytyslaitteiden ja -menetelmien kehitystyö

Magneettikuvauslaitteiden aiheuttamien staattisten kenttien ja gradienttikenttien mittaamiseen kehitettiin isotrooppinen mittapää.



Kuva 9. STUKin mittaustuloksen poikkeama (%) vertailuarvosta IAEA/WHO:n mittausvertailuissa vuosina 1997–2007.

11 Palvelut

11.1 Ionisoiva säteily

Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

DOS-laboratorio toteutti säteilymittarien kalibroinnit kysyntää vastaavasti. Säteilymittarien kalibrointitodistuksia annettiin 86 kappaletta ja säteilytystodistuksia 34 kappaletta. Kalibroinneista noin neljäsosa ja säteilytyksistä noin puolet tehtiin STUKin omille mittalaitteille ja näytteille.

Muut palvelut

STUKissa kehitettyä PCXMC-mittausohjelmaa röntgendiagnostiikan annoslaskentaan myytiin 58

kappaletta. Lisäksi palveluna tehtiin röntgenlaitteiden standardinmukaisuustestauksia.

11.2 Ionisoimaton säteily

Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

NIR-laboratorio teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia yhteensä 33 kappaletta sekä turvallisuusarviointeja ja säteilymittauksia yhteensä 17 kappaletta. NIR-laboratorion palvelusuoritteet vuosilta 2000–2007 on esitetty liitteen 1 taulukossa XIX.

LIITE 1

TAULUKOT

Taulukko I. Turvallisuusluvista mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä vuoden 2007 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgentutkimus	397
Hammasröntgentutkimus ^{*)}	10
Eläinröntgentutkimus	206
Avolähteiden käyttö	41
Umpilähteiden käyttö	23
Sädehoito	13
Muu säteilyn käyttö	18
^{*)} Lupa myönnetty hammasröntgenlaitteille, joita kuitenkin käytetään pääosin muuhun kuin hammasröntgentoimintaan.	

Taulukko II. Terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinröntgentoiminnassa olleiden säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät vuoden 2007 lopussa.

Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit) ^{*)}	1 561
Röntgenputket	1 671
• KV-TV-ketju	348
• mammografia (ei seulonta)	108
• seulontamammografia	95
• tietokonetomografia	84
• angiografia (ei DSA)	30
• digitaalinen subtraktioangiografia (DSA)	77
• luun mineraalipitoisuuden mitta	81
• hammasröntgenkuvaus	49
Hammasröntgenlaitteet	5 294
• tavanomaiset hammasröntgenlaitteet	4 638
• panoraamaröntgenlaitteet	656
Sädehoidon laitteet	95
• kiihdyttimet	35
• jälkilataushoitolaitteet	10
• röntgenhoitolaitteet tai -kuvauslaitteet	15
• hoitolaitteen simulaattorit	17
• BNCT-hoitoasema	1
• muut laitteet	18
Radioaktiivisia aineita sisältävät laitteet	123
• vaimennuskorjausyksiköt	22
• tasolähteet	28
• kalibrointilähteet	21
• gammasäteilyttimet	6
• muut laitteet	46
Eläinröntgenlaitteet	250
Radionuklidilaboratoriot	60
• B-tyypin laboratoriot	18
• C-tyypin laboratoriot	41
• muut laboratoriot	1
^{*)} Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampi röntgenputki sekä yksi tai useampi tutkimusteline.	

Taulukko III. Kymmenen kollektiivisen efektiivisen annoksen kannalta merkittävintä isotooppitutkimusta vuonna 2006.

Tutkimus/radioaktiivinen lääkeaine	Tutkimusten lukumäärä ^{*)}	Keskimääräinen efektiivinen annos tutkimusta kohti (mSv)	Kollektiivinen efektiivinen annos (manSv) ^{**)}	Osuus kollektiivisesta kokonaisannoksesta (%)
Luuston gammakuvaus/ ^{99m} Tc-fosfaatit ja -fosfonaatit	12 688	3,7	46,64	29,2
Sydänlihasperfuusion SPET/ ²⁰¹ Tl-kloridi	1 017	24,2	24,56	15,4
Sydänlihasperfuusion SPET/ ^{99m} Tc-tetrofosmiini	2 820	7,6	20,90	13,1
Kokokehon aineenvaihdunnan PET/ ¹⁸ F-FDG	761	7,0	5,35	3,3
Aivojen dopamiinitransporttereiden SPET/ ¹²³ I-β-CIT	580	8,8	5,10	3,2
Kilpirauhasmetastaasien gammakuvaus (ablaation jälkeen)/ ¹³¹ I-jodidi	440	11,1	4,88	3,0
Sydänlihasperfuusion SPET/ ^{99m} Tc-MIBI (rasitus ja lepo)	546	8,6	4,64	2,9
Keuhkoperfuusion gammakuvaus/ ^{99m} Tc-MAA	2 646	1,4	3,73	2,3
Tulehduspesäkkeen gammakuvaus/ ^{99m} Tc:llä leimatut leukosyytit	1 023	2,7	2,79	1,7
Lisäkilpirauhasten gammakuvaus/ ^{99m} Tc-MIBI	379	6,8	2,59	1,6
*) Aikuisille tehdyt kliiniset tutkimukset.				
**) Kollektiivinen efektiivinen annos oli vuonna 2006 yhteensä 160 manSv.				

Taulukko IV. Turvallisuusluvuissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä ja radioaktiivisten aineiden kaupassa vuoden 2007 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Umpilähteiden käyttö (muu kuin gammaradiografia)	624
Röntgensäteilyn käyttö (muu kuin radiografia)	266
Tuonti, vienti ja kauppa	124
Avolähteiden käyttö	122
Asennus, koekäyttö ja huolto	117
Röntgenradiografia	82
Gammaradiografia	7
Hiukkaskiihdyttimen käyttö	7
Radioaktiivisten aineiden valmistus	5
Muu säteilyn käyttö	28

Taulukko V. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä olleiden säteilylaitteiden ja -lähteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät vuoden 2007 lopussa.

Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet	6 311
• pintakytkimet	2 296
• pinnankorkeusmittarit	1 138
• tiheysmittarit	1 027
• kuljetinvälineet	566
• pintapainomittarit	552
• kosteus- ja tiiveysmittarit	125
• fluoresenssianalysaattorit	109
• paksuusmittarit	73
• radiografialaitteet	19
• muut laitteet	406
Röntgenlaitteet ja kiihdyttimet	1 170
• läpivalaisulaitteet	394
• radiografialaitteet	340
• diffraktio- ja fluoresenssianalysaattorit	260
• paksuusmittarit	48
• tuhkamittarit	17
• hiukkaskiihdyttimet	17
• muut röntgenlaitteet	94
Radionuklidilaboratoriot	155
• A-typin laboratoriot	2
• B-typin laboratoriot	25
• C-typin laboratoriot	115
• muut laboratoriot	13

Taulukko VI. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä umpilähteissä yleisimmin käytössä olevat radionuklidit sekä lähteiden lukumäärät ja aktiivisuudet vuoden 2007 lopussa.

Radionuklidi	Säteilylähteitä (kpl)	Kokonaisaktiivisuus*) (GBq)
Muut kuin korkea-aktiiviset umpilähteet		
Cs-137	3 991	9 095
Co-60	1 401	1 002
Kr-85	416	5 345
Am-241 (gammalähteet)	350	1 643
Pm-147	166	4 626
Fe-55	124	356
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	119	482
Co-57	90	23
Sr-90	60	31
Gd-153	60	182
Cd-109	59	25
Korkea-aktiiviset umpilähteet		
Cs-137	64	668 074
Co-60	16	98 111
Ir-192	12	48 575
Am-241 (gammalähteet)	8	1 036
Sr-90	5	167
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	4	591
*) Käyttöönottaessa ilmoitettujen nimellisaktiivisuuksien summa. Lyhytikäisille radionuklideille (esimerkiksi Ir-192) käytössä oleva aktiivisuus on huomattavasti pienempi kuin nimellisaktiivisuus.		

Taulukko VII. Säteilyn käytön tarkastukset vuonna 2007.

Tarkastuksen tyyppi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)		
	Teollisuus, tutkimus, opetus, kauppa, asennus, huolto	Terveystarkastus	
		Turvallisuusluvan alainen toiminta	Ilmoitusvelvollisuuden alainen hammasröntgentoiminta
Käyttöönottotarkastus	24	179	2
Määräaikaistarkastus	128	110	6
Uusintatarkastus	2	10	0
Muu tarkastus tai mittaus	0	5	12
Tarkastuksia yhteensä	154	304	20

Taulukko VIII. Turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastukset terveydenhuollossa vuonna 2007.

Toiminnan tyyppi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
• röntgentoiminta	219
• hammasröntgentoiminta	4
• eläinröntgentoiminta	31
• isotooppitoiminta	8
• sädehoito	35
• muu säteilyn käyttö	7
Tarkastuksia yhteensä	304

Taulukko IX. Umpilähteiden tuonti ja vienti vuonna 2007.

Radionuklidi	Tuonti		Vienti	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	52 026	13	5 580	12
Kr-85	992	69	930	63
Pm-147	288	36	42	29
Fe-55	178	45	111	32
Am-241	152	52	2	304
I-125	110	*)	< 1	231
Cs-137	83	121	161	22
Gd-153	24	8	< 1	32
Co-60	20	43	- **)	-
H-3	13	75	2 872	1 406
Ni-63	7	14	6	12
Am-241 ***)	6	4	-	-
Cd-109	5	11	10	18
Po-210	4	43	-	-
Co-57	3	15	-	-
Sr-90	2	15	2	7
muut yhteensä ****)	15	85	3	638
Yhteensä	53 928	649	9 719	2 806

*) Pienikokoisten I-125-lähteiden tarkka lukumäärä ei ole tiedossa.

**) Merkintä "-" tarkoittaa, ettei vientiä ole ollut.

***) AmBe-neutronilähteet.

****) Tuonti, nuklidit: Ba-133, C-14, Cl-36, Co-57, Eu-152, Ge-68, Na-22, Po-210, Ra-226, Sr-90.
Vienti, nuklidit: C-14, Eu-152, Ge-68, Sr-90.

Taulukko X. Avolähteiden tuonti ja vienti vuonna 2007.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)	
	Tuonti	Vienti
Mo-99	35 342	3 416
I-131	5 441	1 126
Tc-99m	3 640	-*)
I-123	492	37
P-32	185	55
Tl-201	110	-
Sm-153	68	-
I-125	60	3
Y-90	51	-
In-111	39	-
S-35	31	-
H-3	18	21
Se-75	8	-
C-14	4	< 1
F-18	-	363
muut yhteensä **)	9	1
Yhteensä	45 498	5 022
*) Merkintä "-“ tarkoittaa, ettei tuontia/vientiä ole ollut. **) Tuonti, nuklidit: Ca-45, Co-57, Co-60, Cr-51, Cs-134, Cs-137, Er-169, Fe-55, Ga-67, Gd-153, Ge-68, H-3, I-129, P-33, Po-208, Rb-86, Re-186, Sr-89, Xe-133. Vienti, nuklidit: Eu-152, F-18, H-3, Y-90.		

Taulukko XI. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus vuonna 2007.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
F-18	26 661
O-15	16 200
C-11	12 193
Br-82	4 532
I-123	1 554
muut yhteensä*)	34
Yhteensä	61 174
*) Mm. nuklidit: Au-198, Cu-64, Ho-166.	

Taulukko XII. Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät toimialoittain vuosina 2003–2007.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain						
	Terveysthuolto		Eläin- röntgen- toiminta	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Ydinenergian käyttö ^{*)}	Yhteensä ^{**)}
	Röntgen- säteilylle altistuvat	Muilla säteilylä- hteille altis- tavat					
2003	4 741	906	305	1 114	1 109	2 862	10 901
2004	4 759	915	328	1 070	1 025	3 124	11 082
2005	4 837	896	355	1 172	995	3 584	11 698
2006	4 779	936	363	1 281	948	3 862	12 039
2007	4 767	961	368	1 275	927	3 257	11 441

^{*)} Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

^{**) Tässä sarakkeessa tietyllä rivillä oleva luku ei välttämättä ole sama kuin saman rivin muissa sarakkeissa olevien lukujen summa, koska terveydenhuollossa on henkilöitä, jotka altistuvat sekä röntgensäteilylle että muulle säteilylle ja teollisuudessa on henkilöitä, jotka työskentelevät myös ydinenergian käytön parissa.}

Taulukko XIII. Toimialakohtaiset kokonaisannokset (syväannosten summat) vuosina 2003–2007.

Vuosi	Kokonaisannos (Sv)						
	Terveysthuolto		Eläin- röntgen- toiminta ^{*)}	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Ydinenergian käyttö ^{**)}	Yhteensä
	Röntgen- säteilylle altistuvat ^{*)}	Muilla säteilylä- hteille altis- tavat					
2003	1,55	0,12	0,07	0,20	0,09	2,38	4,41
2004	1,48	0,12	0,06	0,23	0,09	4,16	6,15
2005	1,48	0,14	0,06	0,19	0,09	3,42	5,38
2006	1,43	0,14	0,08	0,24	0,08	4,11	6,08
2007	1,37	0,15	0,11	0,26	0,08	2,16	4,13

^{*)} Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60.

^{**) Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.}

Taulukko XIV. Eräiden työntekijäryhmien annostietoja (syväannokset) vuodelta 2007.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä	Kokonaisannos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjauskynnyksen*) ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit**)	173	0,56	3,9	3,2	19,3
Radiologit**)	543	0,32	2,1	0,6	18,5
Toimenpideradiologit**)	25	0,20	9,4	7,9	27,3
Kirurgit**)	287	0,08	2,3	0,3	20,1
Röntgenhoitajat**)	2 583	0,11	0,6	0,0	5,4
Teollisuuskuvaajat	417	0,10	0,7	0,3	4,3
Tutkijat	722	0,06	2,1	0,1	9,5
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• mekaaniset työt	709	0,71	1,4	1,0	11,0
• siivous	245	0,28	1,9	1,1	9,3
• aineenkoetus	181	0,14	1,0	0,8	6,8
• eristetyöt	67	0,19	3,6	2,8	11,2
• säteilysuojelu	78	0,10	1,4	1,2	5,0
• käyttöhenkilökunta	267	0,09	0,7	0,3	3,7

*) Kirjauskynnys ydinvoimalaitoksissa työskenteleville on 0,1 mSv/kk ja muille 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk mittausjakson pituudesta riippuen.

**) Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena ovat näiden työntekijäryhmien annokset. Terveystarkkailun ja eläinlääkinnän säteilyn käytössä (röntgensäteily) työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia, ja annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60.

Taulukko XV. Merkittävimmät radioaktiiviset pienjätteet kansallisessa varastossa (joulukuu 2007).

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	14 990
Cs-137	2 270
Pu-238	1 595
Kr-85	1 172
Am-241	1 598
Sr-90	251
Ra-226	231
Co-60	158
Cm-244	105
U-238	1 055 kg

Taulukko XVI. STUKiin vuonna 2007 vastaanotetut radioaktiiviset pienjätteet.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
Am-241	25
Kr-85	366
Pm-147	37
Cs-137	50
Fe-55	7,6
Co-60	3,5
Pu-Am	4,2
Sr-90	1,1
Ni-63	2,1
U-238	34 kg

Taulukko XVII. Organisaatiot, joiden mittalaitteet on hyväksytty työntekijöiden radonaltistuksen määrittämiseen.

Organisaatio	Mittalaite	Kalibrointi voimassa	Huomautus
Gammadata Mätteknik i Uppsala AB/Gammadata Finland Oy, Helsinki	Alfajälki-ilmaisimeen perustuva radonmittauspurkki	1.1.2009	Purkkimittausmenetelmällä voidaan määrittää radonpitoisuuden pitkän aikavälin keskiarvo. Menetelmä ei sovellu radonpitoisuuden ajallisten vaihteluiden selvittämiseen. Menetelmä on hyväksytty myös asuntojen radonmittauksiin.
<ul style="list-style-type: none"> Lahden kaupunki Tampereen ammattikorkeakoulu Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos 	<ul style="list-style-type: none"> Pylon AB-5 Pylon AB-5 ja AlphaGuard AlphaGuard 	<ul style="list-style-type: none"> 3.8.2008 25.9.2008 25.9.2008 19.6.2009 	Jatkuvatoimiset mittalaitteet, joilla voidaan rekisteröidä radonpitoisuuden ajalliset vaihtelut. Laitteet soveltuvat työnaikaisen radonpitoisuuden selvityksiin.

Taulukko XVIII. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja lentohenkilöstön kokonaisannos (efektiivisten annosten summa) vuosina 2003–2007.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kokonaisannos (Sv)	
	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö
2003	739	1 746	1,09	3,02
2004	739	1 801	1,19	3,45
2005	739	1 861	1,31	3,80
2006	1 072	2 412	1,73	4,35
2007	1 125	2 583	2,30	5,61

Taulukko XIX. NIR-laboratorion suoritteet.

Vuosi	Viranomais-tarkastukset	Päätökset	Lausunnot	Kalibroinnit ja testaukset	Turvallisuus-arvioinnit ja säteilymittaukset	Yhteensä
2000	17	0	7	31	1	56
2001	23	2	16	27	9	77
2002	36	1	4	31	13	85
2003	49	0	3	23	11	86
2004	55	3	1	30	12	101
2005	66	1	1	25	31	124
2006	48	1	7	17	7	80
2007	64	3	3	33	17	120

Taulukko XX. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset.

Vuosi	Lukumäärä (kpl)
2000	14
2001	17
2002	36
2003	31
2004	30
2005	36
2006	25
2007	31

Taulukko XXI. Matkapuhelimien SAR-testaukset.

Vuosi	Lukumäärä (kpl)
2003	12
2004	18
2005	15
2006	15
2007	15

Vuonna 2007 valmistuivat seuraavat julkaisut, joissa tekijänä tai tekijöinä oli STO:n tai NIRin työntekijöitä:

Kansainväliset julkaisut

Bravin A, Keyriläinen J, Fernández M, Fiedler S, Nemoz C, Karjalainen-Lindsberg M-L, Tenhunen M, Virkkunen P, Leidenius M, von Smitten K, Sipilä P, Suortti P. High-resolution CT by diffraction-enhanced x-ray imaging: mapping of breast tissue samples and comparison with their histopathology. *Physics in Medicine and Biology* 2007; 52: 2197–2211.

Hakanen A, Sipilä P, Sahla T. Characteristics of a ^{85}Kr beta-particle source applied in series 1 reference irradiations of $^{\text{TM}}\text{DIS-1}$ Direct Ion Storage dosimeters. *Radiation Protection Dosimetry* 2007; 124:103–106.

Jokela K. Assessment of complex EMF exposure situations including inhomogeneous field distribution. *Health Physics* 2007; 92: 531–540.

Kiljunen T, Järvinen H, Savolainen S. Diagnostic reference levels for thorax X-ray examinations of paediatric patients. *The British Journal of Radiology* 2007; 80: 452–459.

Kumlin T, Iivonen H, Miettinen P, Juvonen A, van Groen T, Puranen L, Pitkäaho R, Juutilainen J, Tanila H. Mobile phone radiation and the developing brain: Behavioral and morphological effects in juvenile rats. *Radiation Research* 2007; 168: 471–479.

Pastila R, Leszczynski D. Ultraviolet-A radiation induces changes in cyclin G gene expression in mouse melanoma B16-F1 cells. *Cancer Cell International* 2007; 7 (7). Epub 2007 May 2.

Peräjärvä K, Turunen J, Hakala J, Jokinen A, Moore ID, Penttilä H, Saastamoinen A, Siiskonen T, Toivonen H, Äystö J. The decay of $^{133\text{m}}\text{Xe}$. *Applied Radiation and Isotopes* 2007.

Pöllänen R, Siiskonen T, Moring M, Juhanoja J.

Direct alpha spectrometry for characterising hot particle properties. *Radiation Measurements* 2007; 42: 1666–1673.

Siiskonen T. Dose from slow negative muons. *Radiation Protection Dosimetry* 2007; doi:10.1093/rpd/ncm314.

Siiskonen T, Tapiovaara M, Kosunen A, Lehtinen M, Vartiainen E. Monte Carlo simulations of occupational radiation doses in interventional radiology. *The British Journal of Radiology* 2007; 80: 460–468.

Toivonen T, Toivo T, Puranen L, Jokela K. Setup and dosimetry for exposure of human skin in vivo to RF-EMF at 900 MHz. *Bioelectromagnetics* 2007. Epub 2007 Nov 28.

Toroi P, Zanca F, Young KC, van Ongeval C, Marchal G, Bosmans H. Experimental investigation on the choice of the tungsten/rhodium anode/filter combination for an amorphous selenium based digital mammography system. *European Radiology* 2007; 17 (9): 2368–2375.

Ungar K, Zhang W, Aarnio P, Ala-Heikkilä J, Toivonen H, Siiskonen T, Isolankila A, Kuusi A, Moring M, Nikkinen M. Automation of analysis of airborne radionuclides observed in Canadian CTBT radiological monitoring networks using LINSSI. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 2007; 272 (2): 285–291.

Zanca F, Van Ongeval C, Jacobs J, Pöyry P, Marchal G, Bosmans H. Evaluation of the global effect of anatomical background on microcalcifications detection. In book: Jiang Y, Sahiner B (eds.). *Medical Imaging 2007: Image perception, observer performance and technology assessment*. Proceedings of SPIE, Volume 6515, 5 March 2007.

Proceedings-julkaisut

Kortesniemi M, Kiljunen T, Kangasmäki A. Radiation exposure in body computed tomography examinations of trauma patients. In book: Vainio J, Pomoell J, Louhivuori M (eds.). *Proceedings of*

the XLI Annual Conference of the Finnish Physical Society, 15–17 March 2007, Tallinn, Estonia. Report series in physics. Helsinki: University of Helsinki; 2007. p. 8.16.

Pöllänen R, Siiskonen T. Direct alpha spectrometry from swipe samples. In: Proceedings of the 29th ESARDA Annual Meeting. 2007 May 22–24; Aix en Provence, France.

Tutkimusjulkaisut

Puranen L, Toivo T, Toivonen T, Jokela K. Development of radiofrequency dosimetry. In: HERMO – A Finnish research programme. Health risk assessment of mobile communications. Final Report. Kuopio: University of Kuopio; 2007. p. 31–43.

Valvontaraportit

Koskelainen M. Tuote- ja turvatarkastuksissa sekä tutkimuksessa käytettävät röntgenlaitteet. STUK-B 85. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2007.

Rantanen E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2006. STUK-B 76. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2007.

Rantanen E (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2006. STUK-B 82. Helsinki: STUK; 2007.

Venelampi E. Radioaktiivisten aineiden käyttö teollisuuden merkkiainekokeissa. STUK-B 83. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2007.

Viranomaisohjeet

Suomenkieliset

Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus. Ohje ST 5.1. Säteilyturvakeskus (7.11.2007).

Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa. Ohje ST 5.3. Säteilyturvakeskus (4.5.2007).

Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyö. Ohje ST 5.8. Säteilyturvakeskus (4.10.2007).

Säteilyaltistuksen seuranta. Ohje ST 7.1. Säteilyturvakeskus (2.8.2007).

Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet. Ohje ST 7.2. Säteilyturvakeskus (9.8.2007).

Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen. Ohje ST 7.3. Säteilyturvakeskus (23.9.2007).

Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkailu. Ohje ST 7.5. Säteilyturvakeskus (4.5.2007).

Yleisoesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteistojen säteilyturvallisuus. Ohje ST 9.4. Säteilyturvakeskus (28.2.2007).

Ruotsinkieliset

Användning av joniserande strålning vid undervisningen i fysik och kemi. Direktiv ST 5.3. Strålsäkerhetscentralen (4.5.2007).

Installation, reparation och underhåll av strålningsalstrande apparater. Direktiv ST 5.8. Strålsäkerhetscentralen (4.10.2007).

Övervakning av strålningsexponering. Direktiv ST 7.1. Strålsäkerhetscentralen (2.8.2007).

Tillämpning av maximivärdena för strålningsexponering och beräkningsgrunder för stråldosen. Direktiv ST 7.2. Strålsäkerhetscentralen (9.8.2007).

Beräkning av stråldos från intern strålning. Direktiv ST 7.3. Strålsäkerhetscentralen (23.9.2007).

Hälsokontroll av arbetstagare i strålningsarbete. Direktiv ST 7.5. Strålsäkerhetscentralen (4.5.2007).

Englanninkieliset käännökset

Radiation Safety of Sealed Sources and Devices Containing Them. Guide ST 5.1. STUK (7 Nov. 2007).

Use of Ionizing Radiation in the Teaching of Physics and Chemistry. Guide ST 5.3. STUK (4 May 2007).

Installation, Repair and Servicing of Radiation Appliances. Guide ST 5.8. STUK (4 Oct. 2007).

Monitoring of Radiation Exposure. Guide ST 7.1. STUK (2 Aug. 2007).

Application of maximum values for radiation exposure and principles for the calculation of radiation doses. Guide ST 7.2. STUK (9 Aug. 2007).

Calculation of the dose caused by internal radiation. Guide ST 7.3. STUK (23 Sep. 2007).

Medical Surveillance of Occupationally Exposed Workers. Guide ST 7.5. STUK (4 May 2007).

Muut julkaisut

Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2007. STUK-C6. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2007.

Tapiovaara M. Efektiivisen annoksen laskenta PCXMC-ohjelmalla. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2007. STUK-C6. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2007. s. 18–22.

Nieminen K. TT-tutkimusten efektiivinen annos. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2007. STUK-C6. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2007. s. 27–30.

Siiskonen T. Henkilökunnan efektiiviset annokset toimenpideradiologiassa: kuinka dosimetrin lukema tulisi tulkita? Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2007. STUK-C6. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2007. s. 48–50.

Pöllänen R, Karhunen T, Siiskonen T, Toivonen H, Pelikan A. Deconvolution of alpha spectra from hot particles [abstract]. NATO Advanced Research Workshop. 2007 May 7–11; Yalta, Ukraine.

Pöllänen R, Siiskonen T. Direct alpha spectrometry from swipe samples [abstract]. 29th ESARDA Annual Meeting. 2007 May 22–24; Aix en Provence, France.

Ansaranta T. Uutta STUKin ohjeista. Kirjassa: Luennot. XXXI Sädeturvapäivät Tampere-talossa. Tampere 25.–26.10.2007. Tampere: Lege Artis Oy; 2007. s. 81–84.

Pirinen M. Annostarkkailu ja työolojen tarkkailu. Kirjassa: Luennot. XXXI Sädeturvapäivät Tampere-talossa. Tampere 25.–26.10.2007. Tampere: Lege Artis Oy; 2007. s. 85–87.

Siiskonen T. Suojaesiliinan käyttö ja efektiivinen annos. Kirjassa: Luennot. XXXI Sädeturvapäivät Tampere-talossa. Tampere 25.–26.10.2007. Tampere: Lege Artis Oy; 2007. s. 88–90.

Nieminen K. Röntgentutkimusten efektiiviset annokset. Kirjassa: Luennot. XXXI Sädeturvapäivät Tampere-talossa. Tampere 25.–26.10.2007. Tampere: Lege Artis Oy; 2007. s. 91–93.

Alara-lehti

Markkanen M. Säteilylähde sulii terässulatossa. Alara 2007; 1: 9.

Opinnäytteet

Niittymäki Henri. Potilasannoksen mittausmenetelmä postitse tapahtuvaan säteilyn käytön valvontaan. Pro Gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, fysikaalisten tieteiden laitos, 2007.

Esitteet

Tavanomaisten röntgentutkimusten vertailutasot aikuisille. Lokakuu 2007.

LIITE 3**ST-OHJEET. TILANNE 31.12.2007****Yleiset ohjeet**

- ST 1.1 Säteilytoiminnan turvallisuusperusteet, 23.5.2005
- ST 1.3 Säteilylähteiden varoitusmerkinnät, 16.5.2006
- ST 1.4 Säteilyn käyttöorganisaatio, 16.4.2004
- ST 1.5 Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta ja ilmoitusvelvollisuudesta, 1.7.1999
- ST 1.6 Säteilysuojelutoimet työpaikalla, 29.12.1999
- ST 1.7 Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa, 17.2.2003
- ST 1.8 Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja pätevyyden edellyttämä säteilysuojelukoulutus, 16.4.2004

Sädehoito

- ST 2.1 Sädehoidon laadunvarmistus, 22.5.2003
- ST 2.2 Sädehoitolaiteiden ja -tilojen säteilyturvallisuus, 2.2.2001

Lääketieteellinen röntgentutkimus

- ST 3.1 Hammasröntgenlaitteiden käyttö ja valvonta, 27.5.1999
- ST 3.2 Mammografialaitteet ja niiden käyttö, 13.8.2001
- ST 3.3 Röntgentutkimukset terveydenhuollossa, 20.3.2006
- ST 3.6 Röntgentilojen säteilyturvallisuus, 24.9.2001
- ST 3.7 Mammografiaan perustuva rintasyöpäseulonta, 28.3.2001

Teollisuus, tutkimus, opetus ja kaupallinen toiminta

- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus, 7.11.2007
- ST 5.3 Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa, 4.5.2007
- ST 5.4 Säteilylähteiden kauppa, 2.10.2000

- ST 5.6 Säteilyturvallisuus teollisuusradiografiassa, 17.2.1999
- ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huolto-työ, 4.10.2007

Avolähteet ja radioaktiiviset jätteet

- ST 6.1 Radionuklidilaboratorioiden säteilyturvallisuusvaatimukset, 1.7.1999
- ST 6.2 Radioaktiiviset jätteet ja päästöt, 1.7.1999
- ST 6.3 Säteilyn käyttö isotooppilääketieteessä, 18.3.2003

Säteilyannokset ja terveystarkkailu

- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta, 2.8.2007
- ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 9.8.2007
- ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen, 23.9.2007
- ST 7.4 Säteilyannosten rekisteröinti 25.2.2000
- ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 4.5.2007

Ionisoimaton säteily

- ST 9.1 Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta, 1.12.2003
- ST 9.2 Pulssitutkien säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.3 ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.4 Yleisöesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteistojen säteilyturvallisuus, 28.2.2007

Luonnonsäteily

- ST 12.1 Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 6.4.2000
- ST 12.2 Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus, 8.10.2003
- ST 12.3 Talousveden radioaktiivisuus, 9.8.1993
- ST 12.4 Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa, 20.6.2005

STUK-B sarjan julkaisuja

STUK-B 90 Rantanen Erkki (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2007.

STUK-B 89 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2007.

STUK-B 88 Hämäläinen M, Karhu P (eds). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2007.

(**STUK-B 87** Isaksson R (toim.). Säteily- ja ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 4/2007.)

STUK-B 86 Isaksson R (toim.). Säteily- ja ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2007. STUK, Helsinki 2008.

STUK-B 85 Koskelainen M. Tuote- ja turvatarkastuksissa sekä tutkimuksessa käytettävät röntgenlaitteet.

STUK-B 84 Isaksson R (toim.). Säteily- ja ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 2/2007.

STUK-B 83 Venelampi E. Radioaktiivisten aineiden käyttö teollisuuden merkkiainekokeissa.

STUK-B 82 Rantanen E (ed.) Radiation practices. Annual report 2006.

STUK-B 81 Safety assessment of the Loviisa nuclear power plant. Statement regarding the licence application by Fortum Power and Heat Oy concerning the operation of the Loviisa nuclear power plant.

STUK-B 80 Finnish report on nuclear safety. Finnish 4th national report as referred to in Article 5 of the Convention on Nuclear Safety.

STUK-B 79 Kainulainen E (ed.). Regulatory control of nuclear safety in Finland. Annual report 2006.

STUK-B-STO 62 Tenkanen-Rautakoski P. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2005. Helsinki 2006.

STUK-B-STO 61 Rantanen E (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2005. Helsinki 2006.

STUK-B-STO 60 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2005. Helsinki 2006.

STUK-B-STO 59 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2004. Helsinki 2005.

STUK-B-STO 58 Korpela H. Radioaktiivisten lääkevalmisteiden käyttö Suomessa vuonna 2003. Helsinki 2005.

STUK-B-STO 57 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2004. Helsinki 2005.

STUK-B-STO 56 Visuri R, Huurto L, Nyberg H. Muutokset solariumien käyttöpaikkojen säteilyturvallisuudessa 1998–2002. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 55 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 54 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 53 Piri A. Säteilysuojelukoulutuksen tila ja tarve Suomessa vuonna 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 52 Miettinen A, Pirinen M. The Dose and Image Quality in Mammography Practice in Finland. Helsinki 2003.

STUK-B-STO 51 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2002. Helsinki 2003.

STUK-B-raportit STUKin verkkosivuilta: www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/listaus/?sarja=STUK-B